

ELEMEL Projektowanie i Nadzór  
Jacek Melaniuk  
Rakowiska ul. Kryształowa 76A  
21-500 Biała Podlaska

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY	
<i>Branża</i>	ELEKTRYCZNA
<i>Tytuł:</i>	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy min 38,7 kWp dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych stacji uzdatniania wody w Rogoźnicy
<i>Adres obiektów</i>	Rogoźnica dz. od. nr 103/5 gm. 21-560 Miedzyrzec Podlaski
<i>Województwo</i>	lubelskie
<i>Inwestor</i>	Gmina Międzyrzec Podlaski ul. Warszawska 20 21-560 Miedzyrzec Podlaski

<i>Projektował</i>	<b>mgr inż. Jacek Melaniuk</b> upr. bud. projektanta Nr LUB/0185/PWOE/08 bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	
--------------------	--	--

Październik 2019r

Egz. Nr 4

# **SPIS ZAWARTOŚCI**

## **projektu**

1. Strona tytułowa .....	1
2. Spis zawartości .....	2
3. Uprawnienia projektanta.....	4
4. Zaświadczenie projektanta z PIIB.....	5
5. Oświadczenie projektanta .....	6
I. Wstęp.....	7
II. Przedmiot opracowania.....	8
Branża elektryczna	
1. Przedmiot i podstawa opracowania.....	8
1.1. Przedmiot opracowania.....	8
1.2. Podstawa opracowania .....	8
1.3. Ustawy i normy.....	8
2. Zagospodarowanie terenu .....	10
3. Instalacja fotowoltaiczna .....	11
3.1. Moduły fotowoltaiczne.....	12
3.2. Inwertery .....	13
3.3. Opis przyjętego rozwiązania .....	15
3.4. Rozdzielnica RGF oraz Układ pomiarowo rozliczeniowy energii elektrycznej w ZK-P .....	16
3.5. Okablowanie .....	16
4. Ochrona przeciwporażeniowa .....	18
5. Instalacja odgromowa i uziemienia ochronne.....	18
6. Ochrona przed korozją.....	19
7. Pomiary.....	19
8. Urządzenia monitorujące i sterujące .....	20
9. Diagnostyka uszkodzeń systemu fotowoltaicznego .....	20
10. Wymagania BHP i ppoż. ....	20
11. Obliczenia .....	22
11.1. Dobór elementów instalacji fotowoltaicznej.....	22
11.2. Dobór kabli DC.....	22
11.3. Dobór kabli AC.....	23
11.4. Dobór zabezpieczeń DC .....	25
11.5. Dobór zabezpieczeń inwerterów .....	26
13. Uwagi końcowe .....	27

Branża konstrukcyjna .....	28
14. Przedmiot i podstawa opracowania.....	28
14.1 Przedmiot opracowania.....	28
14.2 Podstawa opracowania .....	28
14.3 Ustawy i normy.....	28
14.4 Założenia ogólne.....	28
15. Instalacja PV na gruncie .....	29
15.1 Uwagi ogólne .....	29
15.2 Posadowienie.....	29
16. Klauzula o równorzędności materiałów .....	30
17. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – informacja.....	31
18. Obliczenia i symulacja dla mocy 38,7kWp .....	36.
19. Obliczenia i symulacja dla mocy 38,8kWp .....	50.
20. Część graficzna projektu zawiera.....	
- Projekt zagospodarowania terenu.....	Rys. nr 1
-Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej .....	Rys. nr 2
-Widok złącz rozgałęźnych.....	Rys. nr 3
-Widok konstrukcji stołu .....	Rys. nr 4

zawiera 67
kart i arkuszy
ponumerowanych kolejno od nr 1 do 67



LUBELSKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

Lublin, dnia 10 grudnia 2008 r.

LOIIB.OKK.7131 / 62 – 7132 / 161 / 08

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, z późn. zm./, art. 13 ust. 1 pkt. 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt. 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm./, oraz § 12, § 15 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 / i art. 104 § 1 Kodeksu postępowania administracyjnego /Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm. /

stwierdzamy, że

**Pan Jacek Piotr MELANIUK**

magister inżynier

urodzony dnia 18 sierpnia 1981 r. w Białej Podlaskiej

otrzymał

## UPRAWNIENIA BUDOWLANE

**Nr ewidencyjny : LUB/0185/PWOE/08**

*do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych*

## UZASADNIENIE


W związku z uwzględnieniem w całości zadania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego /Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm. / odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

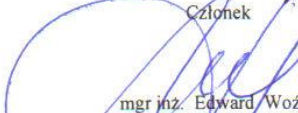
**Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.**

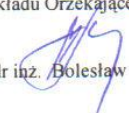
## POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy – Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis do listy członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie w terminie 14 dnia od daty jej doręczenia.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

Członek  
  
mgr inż. Maria Kosler

Członek  
  
mgr inż. Edward Woźniak

Przewodniczący  
Składu Orzekającego OKK.  
  
dr inż. Bolestaw Horyński

Otrzymują:

1. Pan Jacek Melaniuk  
Osówka 15B,  
21-542 Leśna Podlaska
2. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
3. a/a





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-9CC-CU9-IWT \*

Pan Jacek Piotr Melaniuk o numerze ewidencyjnym LUB/IE/0085/09  
adres zamieszkania Rakowiska ul. Kryształowa 76, 21-500 Biała Podlaska  
jest członkiem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2019-04-01 do 2020-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-04-02 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 3 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

### Oświadczenie projektanta

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r Prawo Budowlane

(jednolity tekst Dz. U. z 2019r. poz. 1186) o ś w i a d c z a m , że Projekt Budowlany):

**budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy min 38,7 kWp dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych stacji uzdatniania wody w Rogoźnicy**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej opracowane jest w stanie kompletnym z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Projektant:

Niniejszy projekt budowlany w branży elektrycznej stanowi dokumentację techniczną przewidzianą do realizacji z zachowaniem Prawa Autorskiego ( ustawa z dnia 04.02.1994-Dz.U. nr 80 z 2000r. poz. 904 i nr 1288poz. 1402).

## I. Wstęp

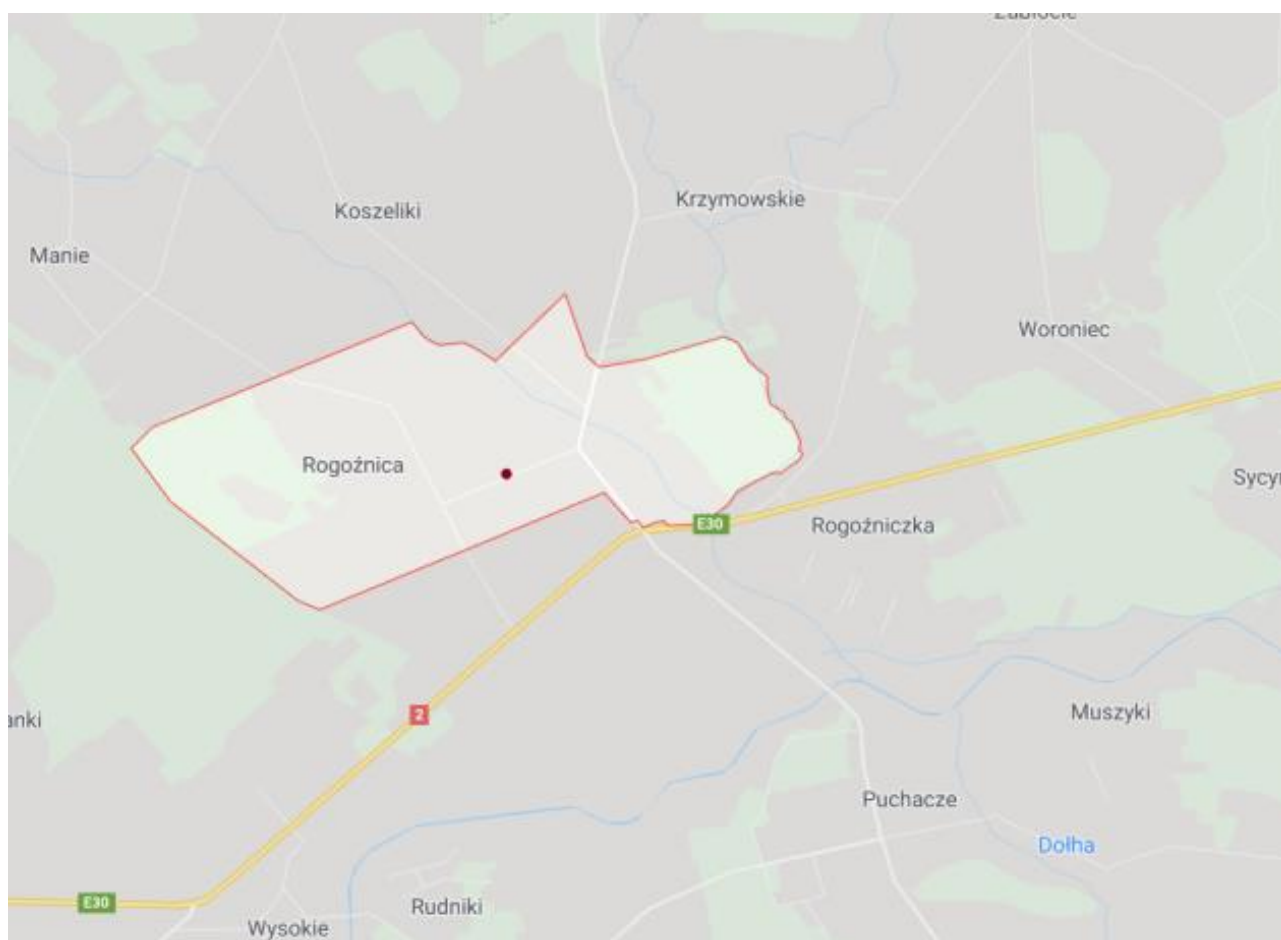
1. Inwestorem jest Gmina Międzyrzec Podlaski ul. Warszawska 20 21-560 Międzyrzec Podlaski.

Nazwa inwestycji:

2. Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy min 38,7 kWp dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych stacji uzdatniania wody w Rogoźnicy

3. Adresy obiektów, których dotyczy program

Program będzie realizowany na terenie Stacji Ujęcia i Uzdatniania Wody w Rogoźnicy na dz. nr ewid. 103/5.



Mapa orientacji lokalizacji

## **II. Przedmiot opracowania branża elektryczna**

### **1. Przedmiot i podstawa opracowania**

#### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy szczytowej 37,5kW. Tak powstała instalacja będzie produkować energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii w tym wypadku z energii promieniowania słonecznego. Rozwiązanie takie pozwoli na zmniejszenie produkcji energii potrzebnej z konwencjonalnych źródeł, w wyniku, czego zredukuje także emisję szkodliwych związków do atmosfery. Budowa polega na montażu instalacji fotowoltaicznej o mocy szczytowej min 38,7 kWp na terenie Stacji Ujęcia i Uzdatniania Wody w Rogoźnicy.

Na terenie działki nie występują szkody górnicze ani osuwiska. Projektowana inwestycja nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi oraz bezpieczeństwo ich mienia. Jest ona działaniem proekologicznym, które w trakcie realizacji jak i użytkowania nie stwarza zagrożenia dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich.

#### **1.2. Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania instalacji fotowoltaicznej stanowią:

- Zlecenie Zamawiającego,
- Warunki techniczno-eksploatacyjne producenta (dostawcy) urządzeń,
- Obowiązujące normy i przepisy,
- Uzgodnienia z Zamawiającym,

#### **1.3. Ustawy i normy**

##### **Ustawy**

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (tekst jedn. Dz.U. 2016 poz. 290),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz.U. 2015 poz. 478),
- Ustawa z dnia 17 maja 1989 roku Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn. Dz. U. 2010 nr 193 poz. 1287),



- Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717, z późniejszymi zmianami),
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (tekst jedn. Dz. U. 2009 nr 178 poz. 1380, z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz. U. 2003 nr 169 poz. 1650, z późniejszymi zmianami)

#### **Cytowane poniżej wszystkie Normy mają odwołanie do norm równoważnych**

- PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- PN-EN 62305-1-4 Ochrona odgromowa- część 1-4 z odniesieniem do norm równoważnych .
- NSEP-E-004.2013 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-EN 60445 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje zacisków urządzeń i zakończeń żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego
- PN-EN 60446 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenie i identyfikacja – Oznaczenia i identyfikacje przewodów barwami albo cyframi.
- PN-EN 60529- Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
- PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji w obiektach budowlanych,
- PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.
- PN-EN 50419 Znakowanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych zgodnie z artykułem 11(2) dyrektywy 2002/96/WE (WEEE).
- PN-EN 61293 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego- Wymagania bezpieczeństwa.
- PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
- PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
- Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
- PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)
- Część 2: Wymagania dotyczące badań,

- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik,
- PN-EN 62116:2011 Procedura badania ochrony przed zanikiem napięcia w sieci w przypadku falowników fotowoltaicznych włączonych do sieci energetycznej,
- PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej. Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne,
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna – Terminologia.

## 2. Zagospodarowanie terenu

Przedmiotem inwestycji jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej (montaż systemu paneli fotowoltaicznych – min 90 szt.) o mocy wyjściowej min 38,7 kWp posadowionej na gruncie, zlokalizowanej na dz nr ew. 103/5, jednostka ewidencyjna 06010310\_2 gm. Międzyrzec Podlaski - Gmina dla potrzeb istniejącej na przedmiotowej nieruchomości funkcji przemysłowej. Na działce 103/5 posadowione są media oraz budynki i obiekty. Dopuszcza się zastosowanie paneli o mocy 360Wp przy zachowaniu mocy wyjściowej 38,88 kWp. dopuszcza się oba rozwiązania z zachowaniem i osiągnięciem produkcji mocy na poziomi min wg zał. symulacji.

Inwestycja obejmuje realizację urządzeń technicznych niezbędnych dla funkcjonowania obiektów oraz pozostałych elementów zagospodarowania terenu (w tym linii kablowych oraz osprzętu technicznego) w zakresie umożliwiającym funkcjonowanie instalacji i zapewniającym powiązania funkcjonalne w jego granicach.

Teren, na którym będzie realizowana inwestycja, nie znajduje się w granicach terenu górniczego i nie podlega wpływom eksploatacji górniczej.

Instalacja fotowoltaiczna jest działaniem proekologicznym, które w trakcie realizacji jak i użytkowania nie stwarza zagrożeń dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich.

Zaopatrzenie w wodę, sposób odprowadzania ścieków socjalno – bytowych – nie wymaga określenia.

Zaopatrzenie na energię elektryczną – inwestycja nie wymaga zewnętrznego zasilania.

Gospodarowanie odpadami – w przypadku powstania odpadów, ich wytwórca zobowiązany jest do postępowania z wytworzonymi odpadami zgodnie z zasadami określonymi w treści ustawy z dnia 14 grudnia 2012r. o odpadach (tj. Dz.U. z 2013r., poz.21).

Odprowadzenie wód opadowych – powierzchniowe. Inwestycja nie będzie powodować zmiany naturalnego spływu wód.

Dostęp do drogi publicznej – jak w sposób dotychczasowy, istniejącym zjazdem z drogi publicznej.

Inwestycja nie generuje zapotrzebowania z zakresie dodatkowych miejsc parkingowych.

Przedsięwzięcie nie jest zaliczane do żadnej z grup przedsięwzięć w rozumieniu Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. (Dz.U. Nr 213 poz. 1397) w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.

Inwestycja nie powoduje zanieczyszczenia w rozumieniu ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska tj. emisji, która jest szkodliwa dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska.

Projektowana instalacja nie pozbawia dostępu do drogi publicznej oraz możliwości korzystania z urządzeń infrastruktury technicznej, a także nie pozbawia dostępu do światła dziennego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi. Mikroinstalacja nie powoduje uciążliwości powodowanych przez hałas, wibracje, zakłócenia elektryczne i promieniowanie, oraz nie zanieczyszcza powietrza, wody i gleby.

Przyjęte rozwiązania projektowe nie mają ujemnego wpływu na interesy osób trzecich.

### **3. Instalacja fotowoltaiczna**

Projektowana instalacja będzie miała za zadanie przetwarzać energię promieniowania słonecznego i po odpowiednim jej przetransformowaniu oddawać ją do sieci wewnętrznej. Jej głównym przeznaczeniem będzie wykorzystanie energii na własne potrzeby. Włączenie do sieci elektrycznej nastąpi w pomieszczeniu istniejącej głównej rozdzielnicy.

Ze względu na lokalizację oraz wielkość mocy przyłączeniowej, instalacja składać się będzie z następujących elementów:

- Ogniwa fotowoltaiczne na konstrukcjach wsporczych w ilości 90 szt.,
- Falownik trójfazowy w ilości 2 szt., o mocy 17,5-20kW i mocy całkowitej 37,5kW
- Instalacja elektryczna prądu stałego,
- Trójfazowa instalacja elektryczna prądu przemiennego.

Elektrownia słoneczna składać się będzie z 90 multikrystalicznych paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy około 38,7kWp. Zastosowane panele będą współpracowały z dwoma trójfazowymi falownikami o łącznej mocy wyjściowej 37,5kW.

### 3.1. Moduły fotowoltaiczne

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosować 90 modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 360Wp lub 430Wp. Moduły fotowoltaiczne to urządzenia, które za pomocą zjawiska fotowoltaicznego służą do zamiany energii słonecznej na prąd elektryczny. Moduły zostaną podzielone na sekcje zgodnie z wielkością opisanych dalej falowników sieciowych. Moduły umocowane będą na gruncie pod najbardziej optymalnym kątem w stosunku do powierzchni ziemi z ekspozycją w kierunku południowym. Pozwoli to na osiągnięcie maksymalnej ilości produkowanej energii elektrycznej.

Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego, co w przypadku zacinienia części ogniw lub całych modułów zabezpiecza go przed uszkodzeniami typu wypalenia, wytopienia bądź przegrzania.

Moduły PV zostaną podzielone na sekcje. Następnie sekcje główne zostaną podzielone na sekcje robocze dołączane do falownika. Panele w sekcjach roboczych zostaną połączone szeregowo.

Minimalne parametry modułu fotowoltaicznego o mocy min 430Wp w warunkach STC (natężenie nasłonecznienia 1000W/m<sup>2</sup>, temperatura ogniw 25°C, liczba masowa atmosfery AM 1,5) przedstawiono w poniższych tabelach.

#### **Specyfikacja techniczna:**

Waga do	35 kg
Celki solarne	polikrystaliczne lub monokrystaliczne
Puszka przyłączeniowa / Połączenia	min 4 diody baypass / IP 67
Ramka	Aluminiowa anodowana z otworami / sztywne mocowanie do kątów
Szkło	4 mm hartowane
Potwierdzona wytrzymałość statyczna	5,400 Pa

### Specyfikacja elektryczna:

Moc nominalna min $P_{MPP}[W]$	360 lub 430
Prąd zwarcia min $I_{SC}[A]$	9,24
Napięcie otwarcia bramki min $V_{OC}[V]$	61,29
Prąd MPP min $I_{MPP}[A]$	8,74
Napięcie MPP min $V_{MPP}[V]$	49,2
Efektywność modułu min $\eta_M[\%]$	17,8
Prądowy współczynnik temperaturowy $\alpha$	0,032 %/°C
Napięciowy współczynnik temperaturowy $\beta$	- 0,33 %/°C
Współczynnik temperaturowy mocy $\gamma$	- 0.45 %/°C
NOCT AVG	45 °C ± 3
Zakres temperatury	- 40 °C to + 85 °C

### 3.2. Inwertery

Dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji projektuje się zastosowanie dwóch trójfazowych inwerterów o mocy 17,5kW i 20kW. Energia prądu stałego generowana przez panele fotowoltaiczne jest zamieniana w przekształtniku beztransfatorowym na energię prądu zmiennego o wartości napięcia 230/400V. Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji. W przypadku zaniku prądu w sieci publicznej instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała prądu (zabezpieczenie anty-wyspowe). Łączenia poszczególnych paneli fotowoltaicznych do inwertera zostaną zrealizowane za pomocą kabli o odpowiednim przekroju.

Projektowane falowniki posiadają fabrycznie zintegrowaną ochronę przetężeniową po stronie DC oraz ochronę przed zamianą biegunów. W przypadku przeciążenia następuje automatyczne przesunięcie punktu pracy i obniżenie mocy produkowanej.

Ochronę przed wyidukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano w oparciu o dedykowane ochronniki przepięciowe zabudowane w falownikach, jako ich fabryczne wyposażenie a także zewnętrzne ochronniki dodatkowo ochraniające układ filtrów falownika. Odgromniki zewnętrzne należy montować w obwodach instalowanych przy falownikach.

Parametry falowników współpracujących z panelami fotowoltaicznymi przedstawia poniższa tabela:

Parametry falownika o mocy 17,5kW i 20kW:

DANE WEJŚCIOWE	17.5 kW - 20 kW	
Maks. prąd wejściowy min (Idc max1 / Idc max2)	33,0 A / 27,0 A	33,0 A / 27,0 A
min. użyteczny prąd wejściowy łącznie (Idc max1 + Idc max2)	49,0 A	51,0 A
min. prąd zwarciaowy, pole modułu (MPP1 / MPP2)	49,5 A / 40,5 A	49,5 A / 40,5 A
Min. napięcie wejściowe (Udc min)	200 V	200 V
Max napięcie rozpoczęcia pracy (Udc start)	200 V	200 V
Znamionowe napięcie wejściowe (Udc,r)	600 V	600 V
Maks. napięcie wejściowe (Udc max)	1.000 V	1.000 V
Zakres napięć MPP (Umpp min - Umpp max)	320 - 800 V	420 - 800 V
Liczba trackerów MPP	2	2
Liczba przyłączy prądu stałego DC	3 + 3	3 + 3
<b>DANE WYJŚCIOWE</b>		
Moc znamionowa AC (Pac,r)	17.500 W	20.000 W
Maks. moc wyjściowa	17.500 VA	20.000 VA
Prąd wyjściowy AC (Iac nom) min	21,7 A	29,9 A
Przyłącze sieciowe (zakres napięcia)	3~NPE 400 V / 230 V lub 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)	3~NPE 400 V / 230 V lub 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)
Częstotliwość (zakres częstotliwości)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	1,5 %	1,5 %
Współczynnik mocy (cos φac,r)	0 - 1 ind. / poj.	0 - 1 ind. / poj.
<b>SPRAWNOŚĆ</b>		
Maks. sprawność	98,1 %	98,1 %
Europejski współczynnik sprawności (ηEU)	0,978	0,978
Sprawność dostosowania MPP	> 99,9 %	> 99,9 %

### **Wariant dla konfiguracja paneli i falowników o mocy 430Wp- moc systemu 38.7kWp**

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołów modułów fotowoltaicznych podzielonych na sekcje. Wykorzystane zostaną dwa falowniki, które będą współpracowały z 90 modułami fotowoltaicznymi, w zestawieniu:

Falownik nr.1 – 17.5kW, połączone z nim zostanie 40 paneli fotowoltaicznych,

Falownik nr.2 – 20.0kW, połączone z nim zostanie 50 paneli fotowoltaicznych.

### **Wariant dla konfiguracja paneli i falowników o mocy 360Wp- moc systemu 38.8kWp**

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołów modułów fotowoltaicznych podzielonych na sekcje. Wykorzystane zostaną dwa falowniki, które będą współpracowały z 90 modułami fotowoltaicznymi, w zestawieniu:

Falownik nr.1 – 17.5kW, połączone z nim zostanie 52 paneli fotowoltaicznych,

Falownik nr.2 – 20.0kW, połączone z nim zostanie 56 paneli fotowoltaicznych.

### **3.3. Opis przyjętego rozwiązania**

Moduły fotowoltaiczne zostaną rozmieszczone na gruncie w podwójnych rzędach z modułami ułożonymi pionowo z nachyleniem wynoszącym ok.  $35^{\circ}$  w stosunku do powierzchni ziemi, skierowanymi w kierunku południowym. Podane na planach instalacji odstępy pomiędzy rzędami paneli należy w trakcie wykonawstwa zweryfikować za pomocą pomiarów geodezyjnych w ten sposób, że odległość pomiędzy rzędami powinna zapewnić brak zacienienia paneli przez położony od strony południowej sąsiedni rząd przy kącie padania promieni słonecznych z dnia 21 grudnia wynoszącym  $14,62^{\circ}$ . Wysokości montażu poszczególnych rzędów podane na przekroju należy zweryfikować w stosunku do rzeczywistych warunków ukształtowania terenu. Pierwsze rzędy montować na wysokości nie mniejszej niż 0,6 m, kolejne w zależności od ukształtowania terenu, z zachowaniem zasady unikania zacienienia przy najniższym kącie podania promieni słonecznych, podanym powyżej.

Instalacja fotowoltaiczna podzielona została na części w związku z możliwościami zagospodarowania terenu.

Panele fotowoltaiczne zostały rozmieszczone w następujący sposób:

- Pole I – 40 szt. modułów o łącznej mocy 17,20 kWp:  
Inwerter nr. 1 (17500W) – wejście A: 2 x 10szt i wejście B: 2 x 10 szt.
- Pole II – 50 szt. modułów o łącznej mocy 21,5 kWp:  
Inwerter nr. 2 (20000W) – wejście A: 2 x 12szt i wejście B: 2 x 13 szt.

Panele w poszczególnych łańcuchach połączyć zgodnie z numeracją przedstawioną na planach. Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów, w których mogłoby

się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego, czasem kosztem zużycia dodatkowego przewodu.

Pozwoli to na bardzo duże uniezależnienie całego generatora fotowoltaicznego od lokalnych zmian nasłonecznienia (zacienienia).

Na wyjściu inwertera będzie napięcie prądu zmiennego AC o wartości 230/400 V. Do przesyłu informacji i sterowania poszczególnych inwerterów projektuje się kabel Ethernet UTPw kat. 5 , w przypadku braku komunikacji na długim odcinku należy zastosować światłowód z konektorem .

Z inwerterów poszczególnych generatorów prąd przesłany zostanie do rozdzielnic instalacji fotowoltaicznej obsługującej dane pole, a następnie za pomocą kabla przesyłowego doprowadzony będzie do rozdzielnic niskiego napięcia.

### **3.4. Rozdzielnica RGF oraz Układ pomiarowo rozliczeniowy energii elektrycznej w ZK-P**

W rozdzielnic RGF instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od inwerterów, ochronniki przepięciowe, rozłącznik, wyłącznik mocy, styczniki oraz układ pomiarowy zliczający ilość wyprodukowanej energii.

Rozdzielnicę RGF należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu na zewnątrz budynku. Z RGF do ZK-P PV ułożyć kabel YAKY 4x95mm<sup>2</sup>, w celu podłączenia nowo wybudowanej instalacji PV należy przystosować lub wymienić ist. RG/ZK do podł. nowego obwodu PV w taki sposób by instalacja fotowoltaiczna była podłączona przez układem SZR prace wykonać wg rys. nr 2 i nr 3.

#### **Układ pomiarowo rozliczeniowy energii elektrycznej**

Pomiar energii elektrycznej i mocy odbiorczej zaprojektowany odbywać się będzie po stronie nN 0,4kV jako bezpośredni z zabezpieczeniem nadmiaroprądowym typu S303C63A.

W złączu kablowym należy zainstalować rozłącznik 4-polowy 100A, wyłącznik nadmiaroprądowy 3-polowy S303C63A, ogranicznikiem przepięć 3x SPD B+C oraz listwę odejściową LZ-95. Na tablicy pomiarowej zaprojektowano gniazdo serwisowe 230V AC, zabezpieczone wyłącznikiem różnicowo-prądowym z członem nadprądowym 10A/B/2P/0,03A.

### **3.5. Okablowanie**

Okablowanie prowadzić w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi paneli. Okablowanie mocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na działanie promieniowania UV w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę



możliwości jak najbardziej równomiernie. Przewody instalacji przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych.

Połączenia kablowe od falowników do rozdzielnicy głównej należy wykonać kablami YKY o przekrojach żył roboczych 16mm<sup>2</sup>. Natomiast połączenie rozdzielnicy RGF z złączem kablowym rozgałęźnym proj. przed gł. budynkiem należy wykonać za pomocą kabla YAKY o przekroju 95mm<sup>2</sup>.

Instalację i urządzenia należy stosować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Złącze kablowe ZK wyposażać w Główny Wył. P. Pożarowy. Złącze kablowe wyposażone w przezroczystą Pekse z przeznaczeniem do zbitcia w celu uruchomienia wył. Poż. dla instalacji fotowoltaicznej.

W ziemi kable niskiego napięcia należy układać zgodnie z normą „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa” lub odpowiednikiem norm. . Głębokość ułożenia kabli niskiego napięcia poza użytkami rolnymi 0,7 m, na użytkach rolnych 0,9 m,. Kable ułożyć w wykopie na podsypce z piasku, przykryć 10 cm warstwą piasku i 15 cm warstwą gruntu rodzimego oraz oznaczyć poprzez ułożenie folii koloru niebieskiego dla kabli niskiego napięcia. Ułożenie kabli w wykopie należy prowadzić linią falistą celem skompensowania naprężeń powstałych w wyniku osiadania ziemi.

Promień gięcia kabli powinien być nie mniejszy niż 15-krotna zewnętrzna średnica kabla.

Kable zasilające powinny być prowadzone w odległości co najmniej 10 cm od innych kabli zasilających i kabli sygnalizacyjnych, przy skrzyżowaniach w odległości co najmniej 15 cm. Odległość przebiegu kabli od rur wodociagowych nie może być mniejsza niż 25 cm + średnica rurociągu. Kable sygnalizacyjne mogą stykać się ze sobą.

W miejscach kolizji z istniejącym i projektowanym uzbrojeniem terenu kable należy prowadzić w rurach osłonowych , o średnicy wewnętrznej min. 1,5 razy większej od średnicy kabla i nie mniejszej niż 50 mm. Osłony powinny wystawać co najmniej 50 cm z każdej strony od krawędzi uzbrojenia terenu.

### **UWAGA !!!**

Po zainstalowaniu falowników należy je uziemić za pomocą przewodu LgY16mm<sup>2</sup>.

### **Roboty przygotowawcze i wykończeniowe:**

Przewody instalacji należy prowadzić w tulejach ochronnych. Instalację i urządzenia należy stosować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta.

Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia i mające przeszkolenie w zakresie

wykonywania instalacji fotowoltaicznych. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Po zakończeniu prac należy wszelkie zmiany nanieść na dokumentację powykonawczą.

#### **4. Ochrona przeciwporażeniowa**

Instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w układzie TN-C-S. Ochrona podstawowa, ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony, co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Powszechnym elementem ochrony będzie zastosowanie instalacji wyrównawczej.

Przy każdym inwerterze należy zamontować miejscową szynę połączeń wyrównawczych, do której trzeba podłączyć obudowy inwerterów, modułów fotowoltaicznych, ochronniki przepięciowe i pozostałe elementy metalowe instalacji. Szyny połączeń wyrównawczych należy umieścić również w rozdzielnicach instalacji fotowoltaicznej. Uziemienie instalacji wyrównawczej stanowić będzie płaskownik FeZn 30x4 mm umieszczony w ziemi na głębokości co najmniej 0,6 m i prowadzony wzdłuż każdego rzędu modułów fotowoltaicznych oraz między nimi do rozdzielnic instalacji fotowoltaicznej. Każdy wyodrębniony zespół konstrukcji metalowej modułów fotowoltaicznej należy podłączyć do płaskownika FeZn 30x4 mm. Trasa prowadzenia uziemienia pokazana jest na planie w projekcie. Oporność uziemienia nie może przekraczać wartości 10  $\Omega$ . W przypadku nie uzyskania wymaganej wartości oporności należy uzupełnić je o dodatkowe odcinki płaskownika.

Uziemione połączenie wyrównawcze modułów i falowników spełnia kilka funkcji, jest elementem ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej i odgromowej. Uziemienie stanowi ważny element bezpieczeństwa instalacji fotowoltaicznej. Uziemione połączenie wyrównawcze poprawia bezpieczeństwo pracy instalacji fotowoltaicznej w szczególnych sytuacjach, jak uszkodzenie modułu, czy w trakcie wyładowań atmosferycznych w pobliżu instalacji. Przy wykonywaniu połączeń wyrównawczych należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne.

#### **5. Instalacja odgromowa i uziemienia ochronne**

Głównymi elementami ochrony odgromowej będą zwody pionowe (iglice) wystające ponad górny poziom rzędów modułów co najmniej 0,64 m. Zwody pionowe powinny być rozmieszczone wzdłuż

rzędów modułów nie rzadziej niż co 3,60 m. Iglice należy zamontować przy pomocy drążków izolacyjnych do konstrukcji, na których mocowane są panele. Wymagany odstęp izolacyjny pomiędzy zwodami pionowymi a konstrukcją metalową i obudowami paneli wynosi co najmniej 0,2 m. Iglice połączyć z uziemieniem. Połączenia wykonać jako spawane. Miejsca spawów zabezpieczyć przed korozją.

Jednym z podstawowych zadań instalacji odgromowej jest zapewnienie ochrony urządzeń przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego. Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić: konstrukcję szaf, panele, konstrukcje wsporcza, falowniki i szafy rozdzielcze. Główną szynę uziemiającą należy podłączyć do instalacji uziemiającej (przynajmniej w dwóch punktach) i zabezpieczyć przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi.

## **6. Ochrona przed korozją**

Do elementów wymagających ochrony, prace antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN -71/E-97053, 79/H-97070, 93/E - 04500 oraz N SEP - E – 001 z odniesieniem do norm równoważnych . Przewody uziemiające wprowadzane do gruntu powinny być pokryte warstwą nieprzepuszczającą wilgoci np. masą asfaltową.

## **7. Pomiary**

Po dokonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- Stanu izolacji kabli zasilających,
- Rezystancji uziemienia,
- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

## **8. Urządzenia monitorujące i sterujące**

Projektuje się monitoring parametrów pracy elektrowni oparty na rejestratorze danych wbudowanym w inwerter. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Elektrownia fotowoltaiczna może będzie generować maksymalne uzyski dzięki zastosowaniu niezawodnego monitoringu, który będzie sprawował nadzór nad wszystkimi systemami

PV. W celu monitorowania systemu, inwertery należy połączyć z centralną jednostką sterującą przewodami sygnałowymi oraz ułożyć od jednego z nich do rutera proj. w budynku sieć niskoprądową kablem UTPw kat 5e lub światłowód. W budynku zainstalować rozdzielnicę n/t IP54 wyposażoną w ochronnik przepięć 1faz, wyłącznik różnicowo prądowy np. P312 z członem nadmiar prądowym o charakterystyce B6A do którego podłączyć projektowane gniazdo 1faz IP54 w celu podpięcia rutera.

Proj. rozdzielnicę RG-K podłączyć kablem YDY żo 3x4 do ist. RG budynku w której doinstalować wyłącznik nadmiaroprądowy typu S301 B16A. z opisem obwód kier. RG-K (rozdzielnica dla zasilania instalacji sygnału sieciowego)

## **9. Diagnostyka uszkodzeń systemu fotowoltaicznego**

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów) fotowoltaicznego nie występuje potrzeba demontażu większej ilości modułów. Z uwagi na topologię całego systemu w łatwy sposób można zlokalizować łańcuch, w którym znajduje się uszkodzony moduł(-y). Dane pomiarowe uzyskiwane z falowników pozwalają na porównanie chwilowych wartości parametrów falowników ze sobą oraz z wartościami teoretycznymi. W przypadku uszkodzenia modułu (-ów) występujący spadek mocy falownika (-ów) może zostać łatwo zauważony, a w toku odpowiednich pomiarów łatwo określić położenie uszkodzonego elementu.

## **10. Wymagania BHP i ppoż.**

Urządzenia techniczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przez cały okres ich użytkowania. Montaż i eksploatacja urządzeń powinny odbywać się przy zachowaniu wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy, uwzględniając instrukcje zawarte w Dokumentacji Techniczno – Ruchowej. Miejsce i sposób zainstalowania i użytkowania urządzeń powinny zapewniać dostateczną przestrzeń umożliwiającą swobodny dostęp i obsługę. Wszystkie urządzenia nie wymagają stałej obsługi, a tylko okresowego nadzoru.

Prawidłowy wybór sprzętu powinien uwzględniać charakter wykonywanej pracy. Wyborowi i używaniu środków ochronnych właściwych dla każdego stanowiska pracy powinno towarzyszyć specjalistyczne szkolenie i badanie lekarskie. Ponadto pracodawca zobowiązany jest do odpowiedniego zaplanowania prac wysokościowych oraz zapewnienia nadzoru nad ich wykonywaniem i przestrzeganiem zasad bezpieczeństwa. Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości podlega okresowym przeglądom kontrolnym wykonywanym przez wykwalifikowany personel. Przeglądy okresowe nie zwalniają użytkowników z każdorazowej kontroli sprzętu przed użyciem.

Jako Środek Ochrony Indywidualnej (PPE) sprzęt chroniący przed upadkiem musi spełniać wymagania zharmonizowanych norm europejskich (EN). Wymagane jest umieszczanie na wyrobach oznakowania CE zawierającego między innymi numer odnośnej normy europejskiej. Wybór odpowiedniej metody asekuracyjnej jest kluczowym elementem systemu ochrony pracownika przed zagrożeniami wynikającymi z pracy na wysokości. W sytuacji, gdy z powodów organizacyjnych, technicznych lub ekonomicznych nie można zainstalować stałych konstrukcji zapobiegających zagrożeniu upadkiem wysokości, należy stosować środki ochrony zbiorowej, takie jak siatki lub balustrady ochronne. Częstym rozwiązaniem jest wykorzystywanie rusztowań, podnośników lub ruchomych pomostów zapewniających wygodny i bezpieczny dostęp. Jeżeli jednak żadna z powyższych metod nie jest możliwa do realizacji, należy stosować indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Dotyczy to zarówno sytuacji, gdy praca odbywa się na niezabezpieczonych powierzchniach, jak również podczas pracy na słupach, masztach, konstrukcjach wieżowych oraz podczas korzystania z technik dostępu linowego.

Zasadnicze funkcje, jakie musi spełniać indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości, to:

- 1) ustalanie pozycji podczas pracy lub niedopuszczanie do przyjęcia przez pracownika położenia, w którym istnieje możliwość upadku z wysokości, zgodnie z EN 358 z odniesieniem do normy równoważnej (Indywidualny sprzęt ochronny ustalający pozycję podczas pracy i zapobiegający upadkom z wysokości);
- 2) w sytuacji zaistnienia upadku- zatrzymanie upadku w powietrzu i ograniczenie siły towarzyszącej zatrzymaniu oraz umożliwienie po- szkodowanemu bezpiecznego oczekiwania na nadejście pomocy, zgodnie z EN 363 z odniesieniem do normy równoważnej (Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości -systemy powstrzymywania spadania). Prawidłowy wybór metod i sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości może jedynie zapewnić specjalistyczne przeszkolenie pracowników i kadry kierowniczej.

## 11. Obliczenia

### 11.1. Dobór elementów instalacji fotowoltaicznej

Doboru inwerterów i podziału modułów na stringi dokonano przy pomocy oprogramowania. Obliczenia dołączone są do projektu.

### 11.2. Dobór kabli DC

Spadek napięcia na przewodach DC nie powinien przekraczać 1%, stąd przewody w poszczególnych łańcuchach powinny mieć przewody o przekroju nie mniejszym, niż wymienione w tabeli wartości, obliczonych zgodnie z wzorem:

$$s \geq \frac{2 * I_n * L}{\gamma * U_n * 0,01}$$

gdzie:

s – wymagany przekrój przewodów,

$I_n$  – prąd płynący w łańcuchu,

L – długość przewodu,

$\gamma$  – konduktywność przewodu (dla miedzi 56 [ $m/(\Omega \cdot mm^2)$ ]),

$U_n$  – napięcie nominalne w łańcuchu.

Inwerter	Łańcuch	Średnia długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodu [mm <sup>2</sup> ]	Straty w przewodach [%]
I [17,5 kW]	A1	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		42	6	0,550
	A2	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		37	6	0,484
	B1	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		24	6	0,314
	B2	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		17	6	0,222
II [20,0 kW]	A1	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		24	6	0,314
	A2	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		17	6	0,222
	B1	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		50	6	0,654
	B2	25	4 (przewody oryginalne)	0,491
		55	6	0,720

### 11.3. Dobór kabli AC

Obciążalność prądowa kabla dla obwodu trójfazowego:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * \cos \varphi * U_n}$$

gdzie:

$I_B$  - obliczeniowy prąd obciążenia kabla [A]

$P$  - moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [W]

$\cos \varphi$  - współczynnik mocy

$U_n$  - napięcie międzyfazowe [V]

Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{\gamma * s * U_{n1}^2}$$

gdzie:

$P$  – Moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [kW]

$L$  – Długość przewodu [m]

$s$  – przekrój przewodu [mm<sup>2</sup>]

$\gamma$  – konduktywność przewodu

(dla miedzi 56 [m/(Ω\*mm<sup>2</sup>)]; dla aluminium 34 [m/(Ω\*mm<sup>2</sup>)])

$U_{n1}^2$  – napięcie międzyfazowe.

Prąd obciążenia przewodu (dla obwodu trójfazowego):

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * \cos \varphi * U_n}$$

gdzie:

$I_B$  - Obliczeniowy prąd obciążenia przewodu/kabla [A]

$P$  - Moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [W]

$\cos \varphi$  - współczynnik mocy [-]

$U_n$  - napięcie międzyfazowe [V]

### Obliczenia dla inwertera nr 1 (17,5 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = 28,06 \text{ A}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,081\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 16 mm<sup>2</sup> i odległości do 6 m.

### Obliczenia dla inwertera nr 2 (20 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = 32,07 \text{ A}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,471\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 16 mm<sup>2</sup> i odległości do 50 m.

### Obliczenia dla połączenia RGF do ZK lub RG budynku

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = 60,1 \text{ A}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,403\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YAKY o przekroju żył roboczych 95 mm<sup>2</sup> i odległości do 150 m.

Łączny spadek napięcia po stronie AC dla dobranych przekrojów przewodów wynosi 0,955%.

Ze względu na prąd obciążenia i warunek spadku napięcia dobrano minimalne przekroje przewodów:

- Połączenia kablowe od inwertera nr 1 (17,5 kW) do rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 16 mm<sup>2</sup> dla odległości do 6 m.
- Połączenia kablowe od inwertera nr 2 (20,0 kW) do rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 16 mm<sup>2</sup> dla odległości do 35 m.
- Połączenie rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli YAKY o przekroju 95 mm<sup>2</sup> dla odległości do 150 m.



#### 11.4. Dobór zabezpieczeń DC

Przy zabezpieczaniu przed prądami wstecznymi w systemach PV najważniejszy jest dobór prawidłowego typu bezpiecznika – o charakterystyce gPV, który został wprowadzony przez normę IEC 60269-6. Oprócz prawidłowo dobranej charakterystyki, również bardzo ważne jest prawidłowe napięcie znamionowe bezpiecznika, które powinno być wyższe niż najwyższe napięcie w systemie PV. Przy wyborze poziomu prądu znamionowego bezpiecznika musi być spełniona zależność:

$$\frac{I_{sc}}{k} * 1,4 \leq I_n \leq \frac{I_{sc}}{k} * 2,4$$

gdzie:

$I_n$  – prąd znamionowy bezpiecznika,

$I_{sc}$  – prąd zwarcia łańcucha modułów,

$k$  – współczynnik korygujący w zależności od temperatury

W izolowanym systemie PV (najczęściej stosowanym) po stronie DC należy instalować bezpieczniki zarówno w biegunie „+”, jak i „-”, co jest niezbędne w przypadku wystąpienia podwójnego zwarcia doziemnego.

Bezpieczniki po stronie DC muszą mieć napięcie znamionowe spełniające warunek:

$$U_n \geq U_{oc} * 1,2$$

gdzie:

$U_n$  – napięcie znamionowe bezpiecznika,

$U_{oc}$  – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów,

**Dobór bezpieczników topikowych gPV:**

$$9,24 * 1,4 \leq I_n \leq 9,24 * 2,4$$

$$12,94 [A] \leq I_n \leq 22,18 [A]$$

$$12,67 [A] \leq 15 [A] \leq 21,72 [A]$$

$$U_n \geq U_{oc} * 1,2$$

$$U_n \geq 61,29 [V] * 10[\text{modułów}] * 1,2$$

$$U_n \geq 735,48 [V]$$

Przyjmuje się po stronie DC zabezpieczenie 15 A o napięciu znamionowym 1000 V.

Jeżeli odległość między panelami fotowoltaicznymi, a inwerterem przekracza 10, należy zainstalować ograniczniki przepięć zarówno obok falownika, jak i obok paneli, natomiast, jeżeli odległość jest mniejsza, to wystarczy jedno miejsce do instalacji ograniczników DC.

### 11.5. Dobór zabezpieczeń inwerterów

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \cdot I_B$$

Długotrwała obciążalność prądowa przewodu:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45}$$

gdzie:  $I_z$  - długotrwała obciążalność prądowa przewodu.

Dla wyłączników nadprądowych przyjmuje się 1,45.

Dla wkładek bezpiecznikowych przyjmuje się 1,6 – 2,1.

Obliczenia dla inwertera 17,5 kW:

$$I_B = 28,06 \text{ A}$$

$$I_n \geq 1,25 \cdot 28,06$$

$$I_n \geq 35,07 \text{ A}$$

Zaleca się wykorzystanie zabezpieczenia nadprądowego o charakterystyce C (3P+N C 40A).

Obliczenia dla inwertera 20kW:

$$I_B = 32,07 \text{ A}$$

$$I_n \geq 1,25 \cdot 32,07$$

$$I_n \geq 40,08 \text{ A}$$

Zaleca się wykorzystanie zabezpieczenia nadprądowego o charakterystyce C (3P+N C 50A).

## 12. Uwagi końcowe

Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia i mające przeszkolenie w zakresie wykonywania instalacji fotowoltaicznych. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane urządzenia i elementy instalacji powinny mieć wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Po zakończeniu prac należy wszelkie zmiany nanieść na dokumentację powykonawczą.

Elementy betonowe w instalacjach odgromowych powinny być mrozoodporne (spełniać wymogi norm PN-88/B-06250 i PN-EN 1338:2005) z odniesieniem do norm równoważnych, aby zapewnić długotrwałą ich eksploatację.

Zainstalowane do ochrony odgromowej iglice mogą częściowo zacieniać najniższe rzędy paneli fotowoltaicznych w okresie od początków listopada do końca stycznia. Ponieważ na ten okres przypada tylko niecałe 5% produkcji rocznej energii, a ewentualne zacienienie dotyczyć będzie pojedynczych paneli wobec tego straty z tego tytułu są pomijalne w stosunku do zysków z większego wykorzystania powierzchni gruntu i umieszczenia na nim większej ilości paneli.

W celu zmniejszenia możliwości zacienienia modułów przez drzewa i krzewy należy część z nich usunąć, a w pozostawionych, kontrolować koronę i okresowo przycinać ją w sposób uniemożliwiający zacienienie rzędów paneli.

### **13. Przedmiot i podstawa opracowania**

#### **13.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy szczytowej 37,5 kW - w branży konstrukcyjno-budowlanej.

#### **14.2 Podstawa opracowania**

- Mapa zasadnicza,
- Wizja lokalna w terenie,

#### **14.3 Ustawy i normy z odniesieniem do norm równoważnych**

- PN-EN 1990:2004 - Podstawy projektowania konstrukcji z odniesieniem do norm równoważnych
- PN-EN 1991-1-1:2004 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach z odniesieniem do norm równoważnych
- PN-EN 1991-1-4:2008 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: - Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru z odniesieniem do norm równoważnych
- PN-EN 1991-1-3:2003 . Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania śniegiem z odniesieniem do norm równoważnych
- PN-EN 1993-1-1:2006 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków z odniesieniem do norm równoważnych
- PN-EN 1993-1-8:2006 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów z odniesieniem do norm równoważnych
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie z odniesieniem do norm równoważnych

#### **14.4 Założenia ogólne**

W rozwiązaniu przyjęto panele o wymiarach 1308 x 1960 mm, ułożone dłuższym bokiem pionowo.

Odstęp pomiędzy krawędziami paneli 20 mm.

Przyjęto obciążenia wg lokalizacji:

- obciążenie śniegiem strefa II
- obciążenie wiatrem strefa I.

## **15. Instalacja PV na gruncie**

### **15.1 Uwagi ogólne**

Przyjęto, że na przedmiotowym terenie zostaną ustawione zespoły paneli słonecznych tak, aby maksymalnie wykorzystać powierzchnię działki. Instalacja fotowoltaiczna ustawiona na gruncie od strony północnej budynku. Zestawy paneli na gruncie są nachylone do poziomu pod kątem  $35^{\circ}$ .

Konstrukcja wsporcza pod panele będzie się składała z elementów systemowych – poziomych łąt aluminiowych opartych na konstrukcji stalowej. W skład konstrukcji stalowej wchodzi belki (szyny) usytuowane ze spadkiem  $35^{\circ}$  stopni, oparte na słupkach wbijanych w grunt.

### **15.2 Posadowienie**

Konstrukcja nośna pod panele fotowoltaiczne należy do prostego układu konstrukcyjnego, zaliczana jest do obiektów niskich  $h =$  do 2,86 m n.p.t., o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym.

Konstrukcja nośna paneli wykonana zostanie z profili stalowych zimnociętych, słupy palowe – wbijane na odpowiednią głębokość około 1,5 m. Sposobem na uzyskanie dokładnych wartości nośności i posadowienia jest wykonanie próbnych obciążeń. Badania takie pozwalają na oszacowanie przemieszczeń, a zarazem na wyznaczenie maksymalnej siły obciążającej pal.

Głębokość posadowienia konstrukcji a tym samym wbicia słupów palowych zostanie zweryfikowana przed przystąpieniem do wbijania podczas koniecznych prób obciążeń pala wbitego na odpowiednią głębokość na wysokości 1 m – jako metoda doświadczalna posadowienia słupów palowych. Próby muszą zostać wykonane zgodnie z obowiązującymi Polskimi Normami (PN-83/B-02482 z odniesieniem do norm równoważnych Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych w tego typu badaniach) – siła przyłożona pod kątem  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ .

**Projektant:**

## **16. Klauzula o równorzędności materiałów.**

Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanych instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Wszelkie odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy pisemnie zgłosić Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.

Projektant celem pełniejszego zobrazowania rozwiązania projektowanego powołał się na konkretne urządzenia. Wszystkie urządzenia wskazane w projekcie są przykładowe, a odwołanie do nich miało na celu informować wykonawcę o standardzie zastosowanych do realizacji urządzeń i w żadnym przypadku nie jest obowiązkowe.

Zgodnie z zasadami zamówień publicznych można zastosować materiały i rozwiązania równoważne, to jest w żadnym stopniu nieobniżające standardu i niezmieniające zasad i rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie. W przypadku innych rozwiązań i elementów projektu należy pisemnie tj. z wykresami, tabelami porównawczymi charakterystyk udowodnić, że zastosowany typoszereg urządzeń spełnia zasadę wydajności oraz pewności prawidłowego kompatybilnego zadziałania w przypadku zagrożenia oraz zapewnia ochronę i bezpieczeństwo ludzi oraz urządzeń.

Równoważność techniczną musi po weryfikacji potwierdzić w formie pisemnej – przedstawiciel Inwestora lub Projektant.

**Projektant:**

## 17. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – informacja

ELEMEL Projektowanie i Nadzór

Jacek Melaniuk

Rakowiska ul. Kryształowa 76A

21-500 Biała Podlaska

<b>INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA</b>	
<b>Branża</b>	ELEKTRYCZNA
<b>Tytuł:</b>	<b>Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy min 38,7 kWp dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych stacji uzdatniania wody w Rogoźnicy</b>
<b>Adres obiektów</b>	Rogoźnica dz. od. nr 103/5 gm. 21-560 Miedzyrzec Podlaski
<b>Województwo</b>	lubelskie
<b>Inwestor</b>	Gmina Międzyrzec Podlaski ul. Warszawska 20 21-560 Miedzyrzec Podlaski

<b>Projektował</b>	<b>mgr inż. Jacek Melaniuk</b> upr. bud. projektanta Nr LUB/0185/PWOE/08 bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	
--------------------	--	--

Wrzesień 2019r

Zamierzeniem budowlanym, dla którego opracowano niniejszą informację jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznych na gruncie terenu Stacja Ujęcia i Uzdatniania Wody w Rogoźnicy

**Zakres realizacji robót:**

**Montaż rozdzielni**

**Montaż w rozdzielni zabezpieczeń**

**Montaż instalacji elektrycznej w budynku wraz z tablicami bezpiecznikowymi.**

**Kolejność realizacji robót:**

- ułożenie kabli instalacyjnych i montaż rozdzielni głównej i tablic bezpiecznikowych,
- montaż osprzętu elektrycznego,
- montaż instalacji fotowoltaicznej
- montaż instalacji przepięciowych,
- wykonanie pomiarów powykonawczych instalacji

**Roboty przy budowie mikroinstalacji :**

Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót wykończeniowych:

- upadek pracownika z wysokości (brak zabezpieczenia uprząży do pracy na wysokości, brak balustrad ochronnych przy podestach roboczych rusztowania; brak stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przy wykonywaniu robót związanych z montażem lub demontażem rusztowania),
- uderzenie spadającym przedmiotem osoby postronnej korzystającej z ciągu pieszego usytuowanego przy budowanym obiekcie budowlanym (brak wyгородzenia strefy niebezpiecznej).

Pracownicy zatrudnieni przy budowie mikroinstalacji fotowoltaicznych są odpowiednio przeszkoleni w zakresie BHP (wstępne, okresowe, stanowiskowe) oraz otrzymali odpowiedni instruktaż na konkretnym stanowisku pracy.

W dziedzinie budownictwa elektrycznego budowa, a także eksploatacja linii kablowych i instalacji elektrycznych do 15kV, a także nadziemnych charakteryzuje się występowaniem robót o zwiększonym zagrożeniu z punktu widzenia bezpieczeństwa i higieny pracy. Z tego względu ściśle przestrzeganie obowiązujących przepisów BHP stanowi szczególnie odpowiedzialne zadanie dla personelu nadzoru i wszystkich pracowników zatrudnionych w tej dziedzinie.

Ogólne zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie, a także eksploatacji linii należy przyjmować z ogólnobudowlanych przepisów BHP wg Rozporządzenia Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 28.03.1972 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych (Dz.U. nr 13, poz.93).



Ponadto obowiązują:

- PN-90/Z-08057 Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości z odniesieniem do norm równoważnych
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996r. w sprawie rodzajów prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby (Dz.U. nr 62, poz.288).
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. nr 62, poz. 287).

Przy ręcznej lub mechanicznej obróbce elementów stalowych i kamiennych, pracownicy powinni używać środków ochrony indywidualnej, takich jak:

- gogle lub przyłbice ochronne,
- hełmy ochronne,
- uprząż i liny do pracy na wysokości,
- rękawice wzmocnione skórą,
- obuwie z wkładkami stalowymi chroniącymi palce stóp.

Stanowiska pracy powinny umożliwić swobodę ruchu, niezbędną do wykonywania pracy.

## 2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

**Budynki użyteczności , gospodarcze , inwentarskie.**

3. Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

**Inwestycja nie stwarza zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi na działkach przyległych do terenu inwestycji.**

4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia.

**Zagrożenie podczas prac na wysokości przy montażu paneli i zasilających urządzeń elektryczne.**

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem,

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

5. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.

**Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac wskazać miejsce występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.**

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
  - b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
  - c) posiadać poświadczenie szkolenia okresowego BHP,
6. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie , w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz.U. 1999 Nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) Poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsce pracy,
- b) Wyłączenie urządzeń przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) Uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) Wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) Zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadających aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich normach i dokumentacji producenta.
- f) Sprawdzanie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem,
- g) Sprawdzenie poprawności wykonania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia.
- h) Zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) Sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) Uziemienie wyłączzonego obwodu,

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcje: koordynującego, dopuszczającego, kierownika robót,
- e) planowane przerwy w pracy,

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji eksploatacji oraz wytycznych Inwestora

#### **7. Przepisy związane**

- a) Ustawa z dn.07.07.1994 – Prawo budowlane z późniejszymi zmianami.
- b) Ustawa z dn.10.04.1997 – Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz.U. 1999 Nr 80 poz. 912).
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.

#### **8. Przed przystąpieniem do robót wymagane jest opracowanie plan BIOZ przez kierownika robót.**

**Projektant:**

**Stacja uzdatniania wody w Rogoźnicy.**

**Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy  
38,88 kWp**

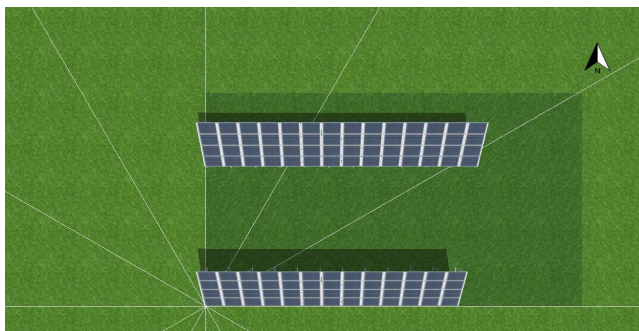
dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych  
stacji uzdatniania wody w Rogoźnicy  
Rogoźnica dz. od. nr 103/5 gm. 21-560  
Miedzyrzec Podlaski.

**Tytuł projektu:** Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy  
38,88 kWp.

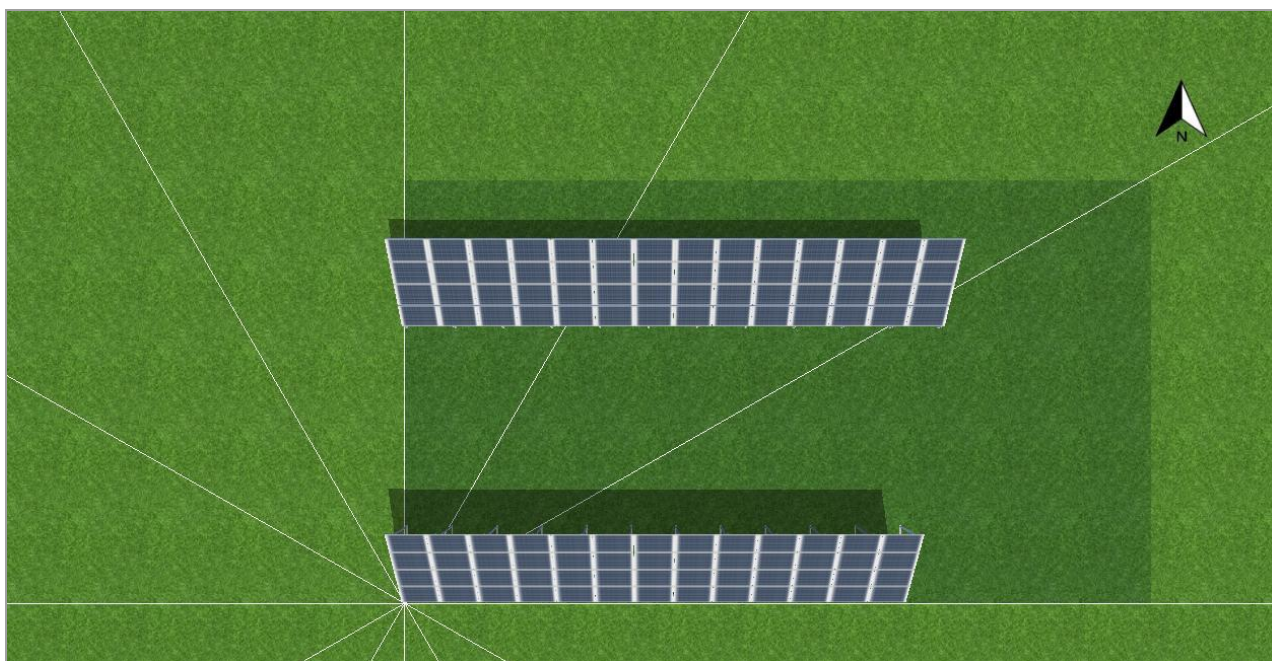
## Twój system fotowoltaiczny

Adres instalacji

---



## Przegląd projektu

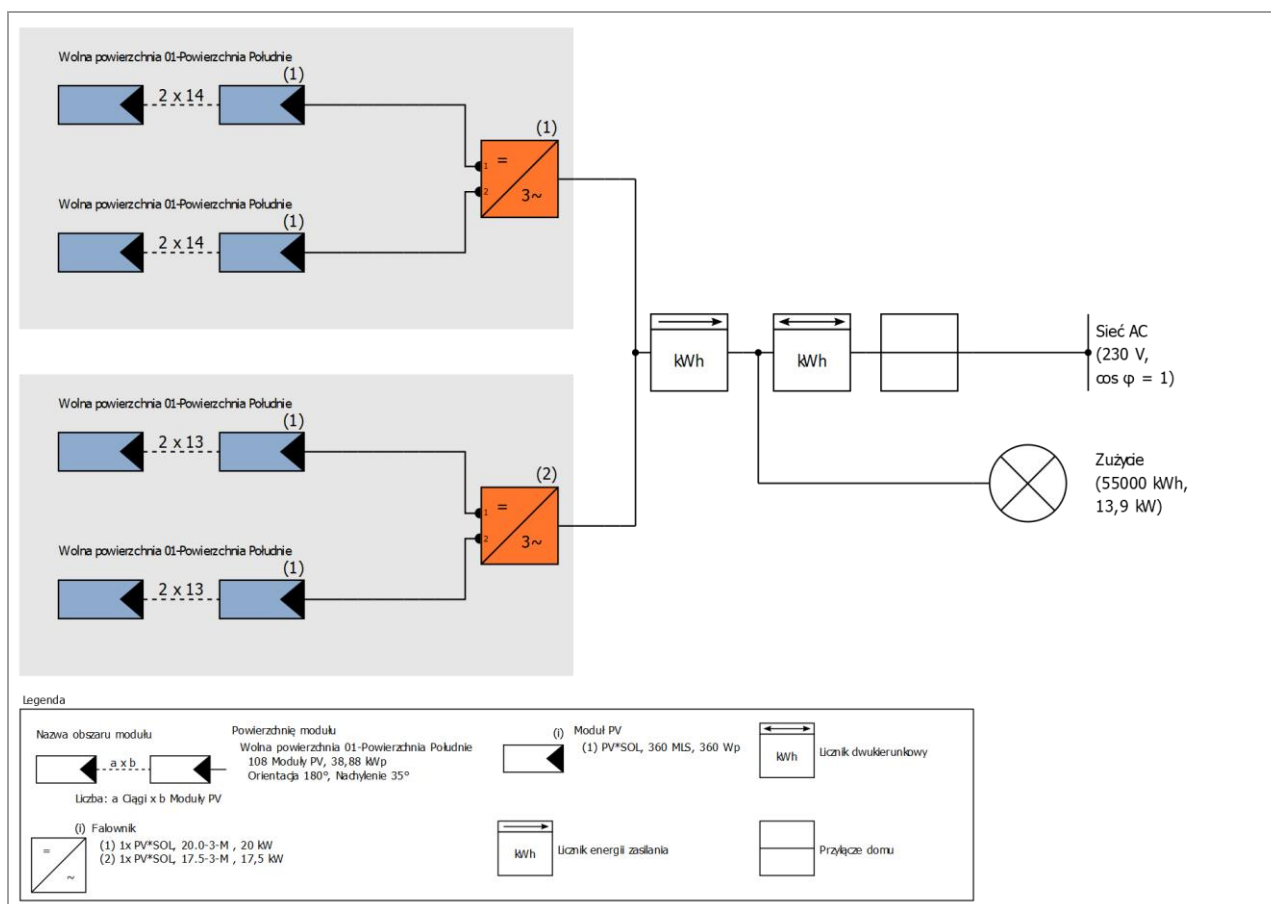


Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

## Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi

Dane klimatyczne	Międzyrzec Podlaski, POL (1991 - 2010)
Moc generatora PV	38,88 kWp
Powierzchnia generatora PV	201,8 m <sup>2</sup>
Liczba modułów PV	108
Liczba falowników	2



Ilustracja: Schemat instalacji

## Zysk

### Zysk

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	40 309 kWh
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	19 704 kWh
Energia oddana do sieci	20 605 kWh
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh
Udział konsumpcja własna energii	48,9 %
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	35,8 %
Spec. uzysk roczny	1 036,76 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	86,2 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,9 %/rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której udało się uniknąć:	24 185 kg / rok

## Opłacalność

### Twój zysk

Całkowite koszty inwestycji	zł
Zwrot całkowitych nakładów	%
Okres amortyzacji	Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	zł/kWh
Bilansowanie / koncepcja zasilania	Zasilanie nadmiarowe

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV\*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

## Struktura instalacji

### Przegląd

#### Dane instalacji

Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi
Włączenie do eksploatacji	12.11.2019

#### Dane klimatyczne

Lokalizacja	Międzyrzec Podlaski, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Następcznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

#### Zużycie

Zużycie całkowite	55000 kWh
Profil obciążenia 1	55000 kWh
Maksimum obciążenia	13,9 kW

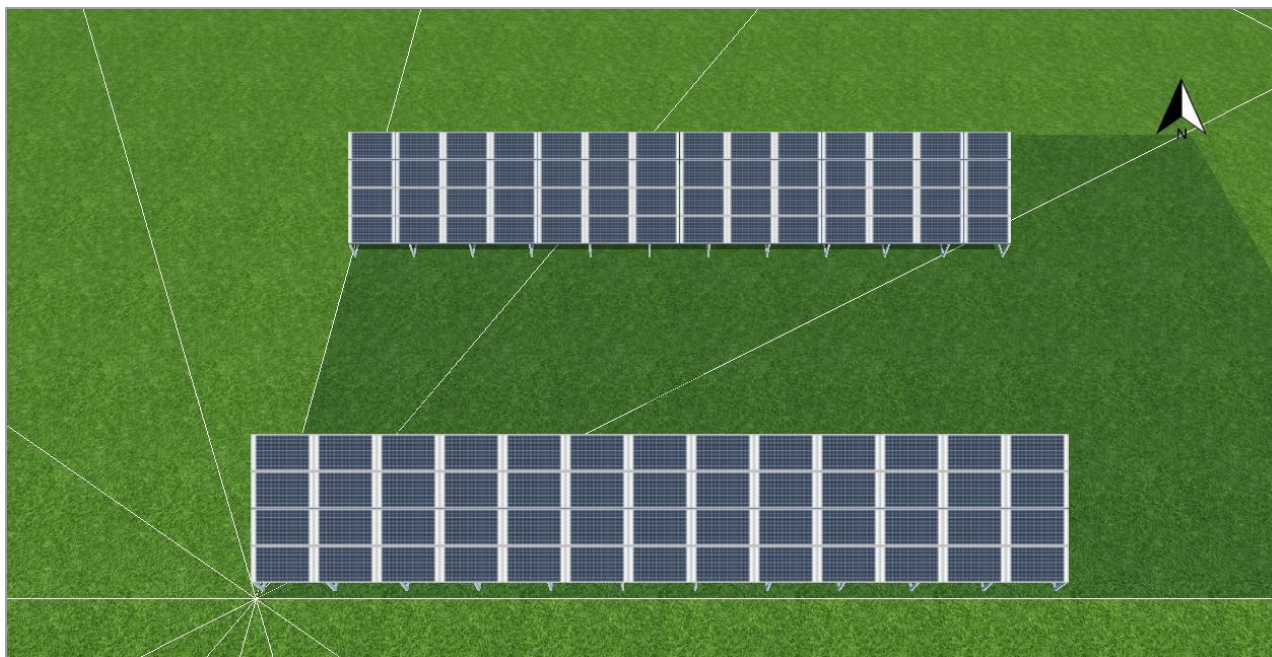


## Powierzchnie modułów

### 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

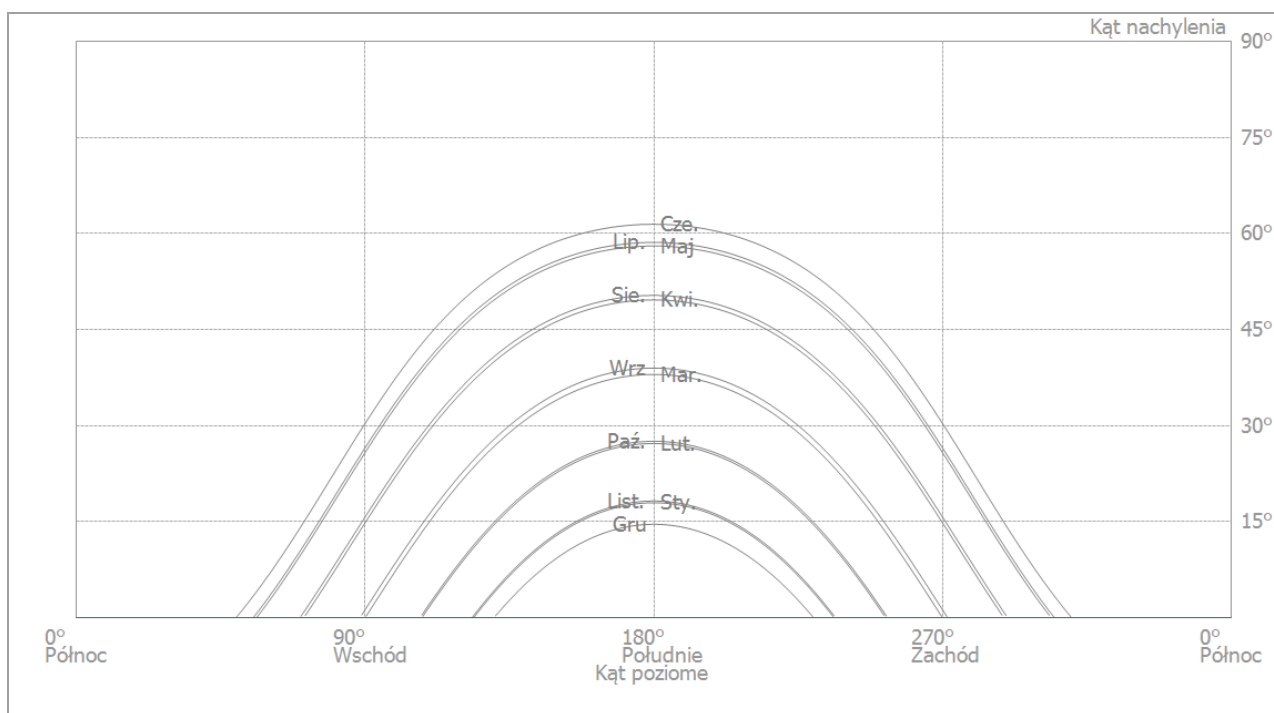
Nazwa	Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe
Moduły PV	108 x 360 MLS
Producent	PV*SOL
Nachylenie	35 °
Orientacja	Południe 180 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	201,8 m <sup>2</sup>



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe



## Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

## Konfigurację falownika

### Konfiguracja 1

Powierzchnię modułu Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

#### Falownik 1

Producent	PV*SOL
Model	20.0-3-M
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	100,8 %
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 14 MPP 2: 2 x 14

#### Falownik 2

Producent	PV*SOL
Model	17.5-3-M
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	107 %
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 13 MPP 2: 2 x 13

## Sieć AC

### Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe (jednofazowe)	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

## Wyniki symulacji

### Wyniki Cała instalacja

#### Instalacja PV

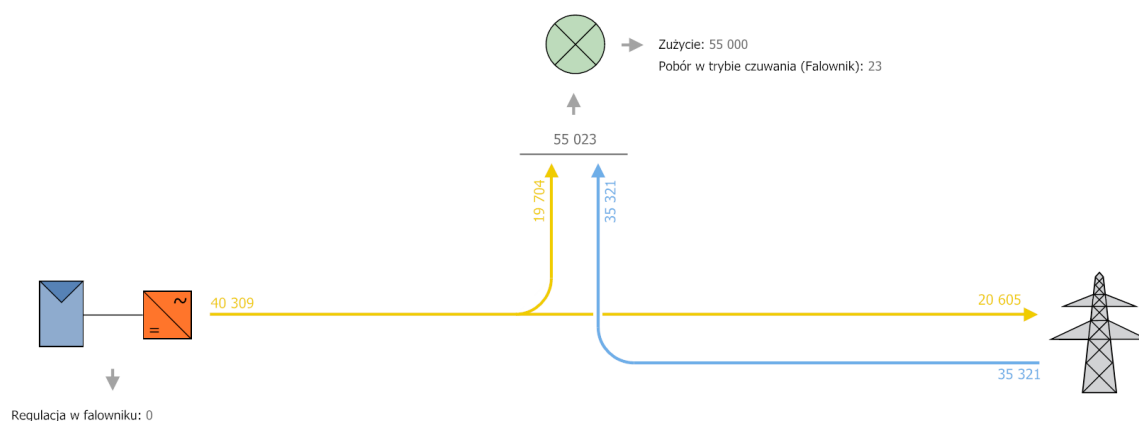
Moc generatora PV	38,9 kWp
Spec. uzysk roczny	1 036,76 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	86,2 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,9 %/rok
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	40 309 kWh/rok
Konsumpcja własna energii	19 704 kWh/rok
Energia oddana do sieci	20 605 kWh/rok
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh/rok
Udział konsumpcja własna energii	48,9 %
Emisja CO <sub>2</sub> , której udało się uniknąć:	24 185 kg / rok

#### Urządzenie

Urządzenie	55 000 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	23 kWh/rok
Zużycie całkowite	55 023 kWh/rok
pokryte przez PV	19 704 kWh/rok
pokryte przez sieć	35 321 kWh/rok
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	35,8 %

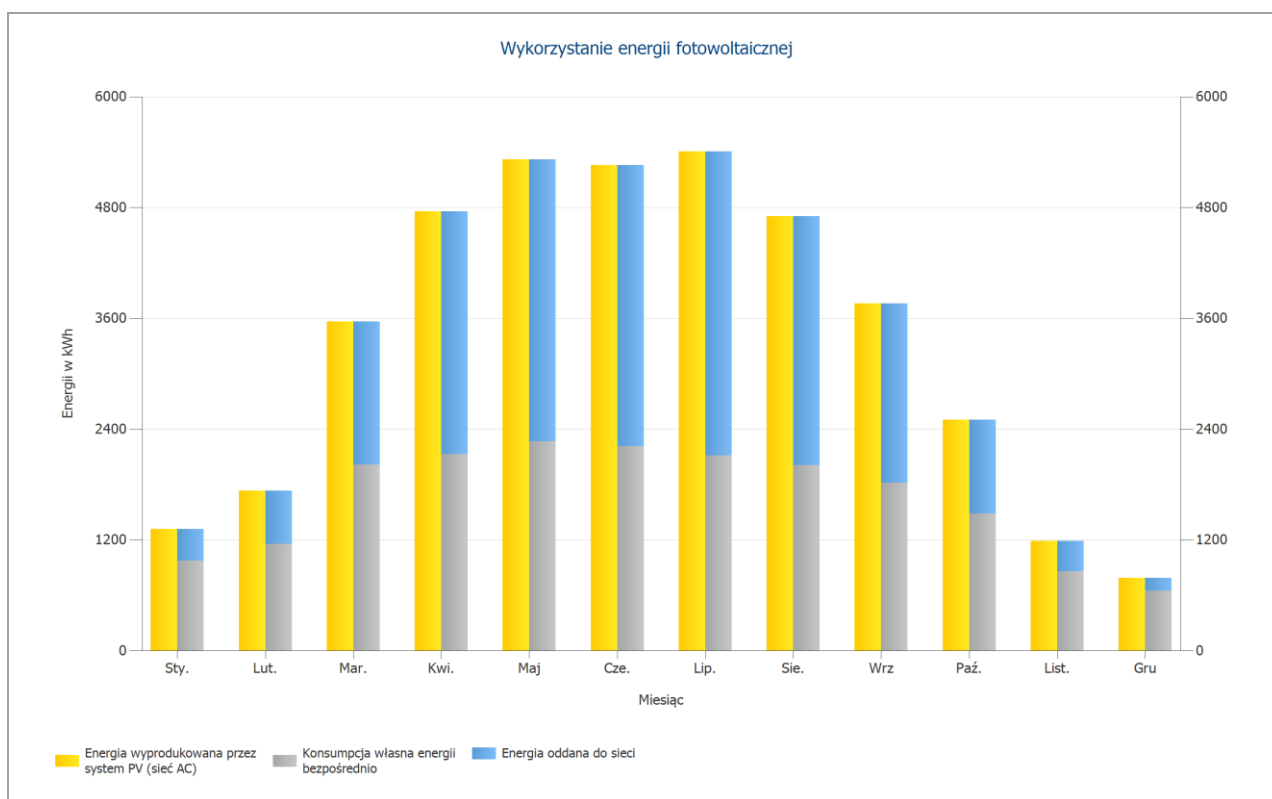
#### Schemat przepływu energii

Projekt: Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 38,88 kWp.

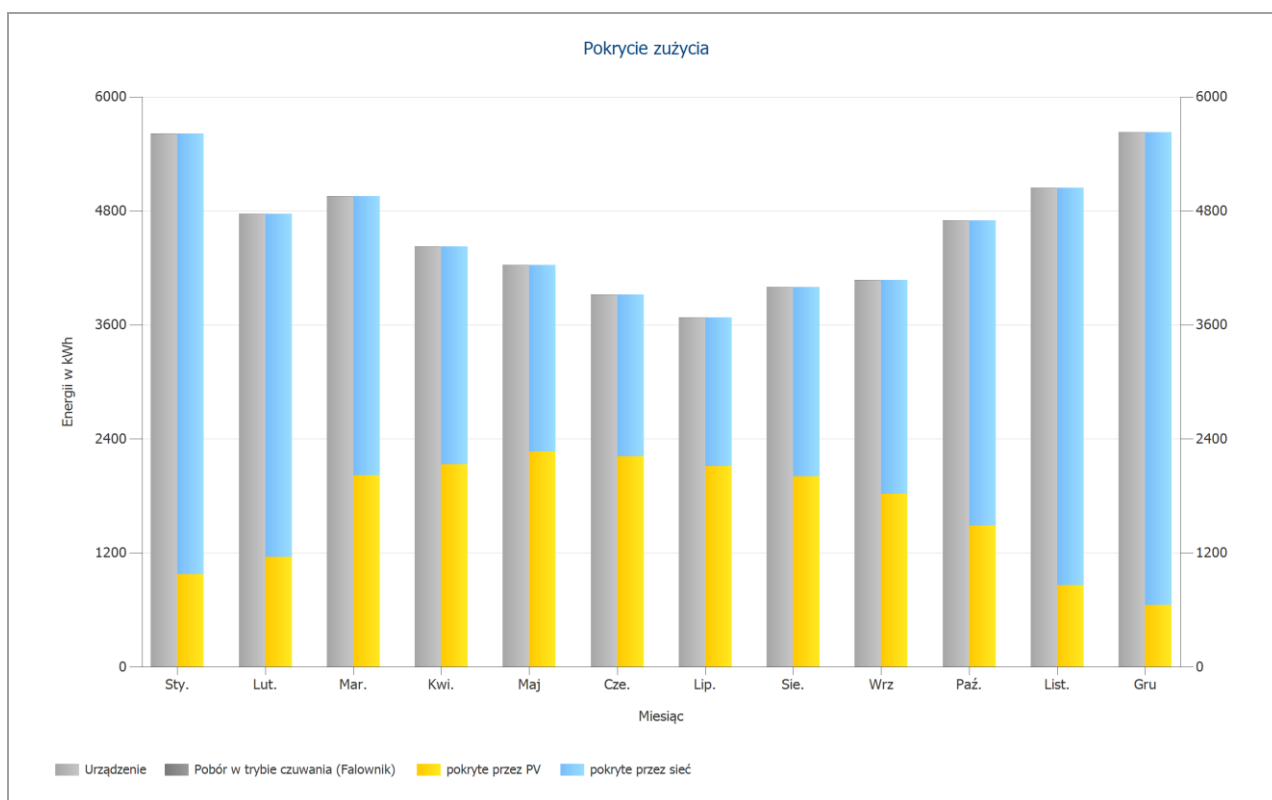


Wszystkie wartości w kWh  
Z uwagi na zaokrąglenie sum mogą wystąpić małe odchylenia  
created with PV\*SOL

Ilustracja: Schemat przepływu energii



Ilustracja: Wykorzystanie energii fotowoltaicznej



Ilustracja: Pokrycie zużycia

## Analiza rentowności

### Przegląd

#### Dane instalacji

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	20 605 kWh/rok
Moc generatora PV	38,9 kWp
Włączenie instalacji do eksploatacji:	
Rozważany przedział czasowy	20 Lata
Odsetki od kapitału	1 %

#### Parametry rentowności

Zwrot całkowitych nakładów	%
Skumulowany cashflow	zł
Okres amortyzacji	Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	zł/kWh

#### Przegląd płatności

specyficzne koszty inwestycji	zł/kWp
Koszty inwestycyjne	zł
Płatności jednorazowe	0,00 zł
Należności	0,00 zł
Koszty roczne	0,00 zł/rok
Pozostałe zyski lub zaoszczędzone kwoty	0,00 zł/rok

#### Wynagrodzenie i oszczędności

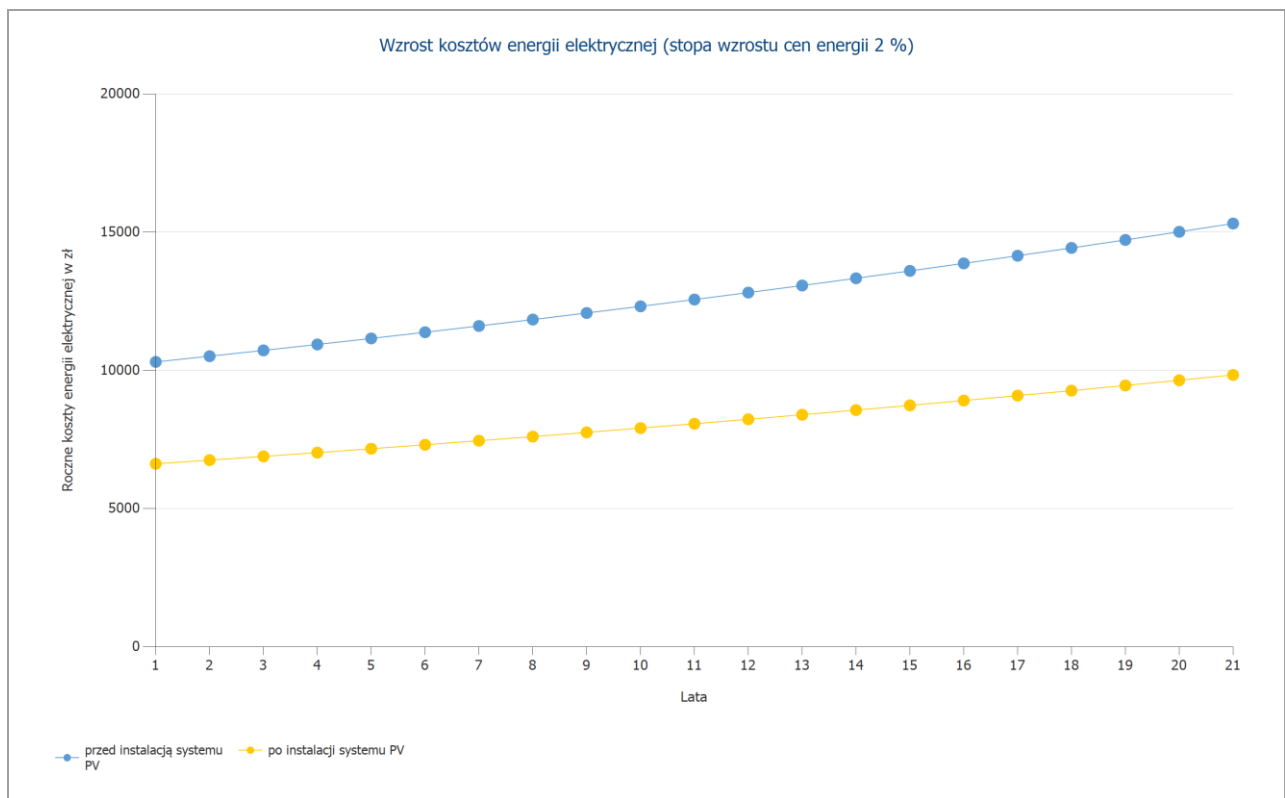
Wynagrodzenie całkowite w pierwszym roku	zł/rok
Oszczędności w pierwszym roku	zł/rok

#### Berlin Basic Strom (Vattenfall)

Cena za zużycie energii	zł/kWh
Współczynnik zmiany cen - Cena zależna od zużycia energii	%/rok

#### Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku

Cena prądu bezpośrednio zakupiona na rynku	zł/kWh
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	zł/rok

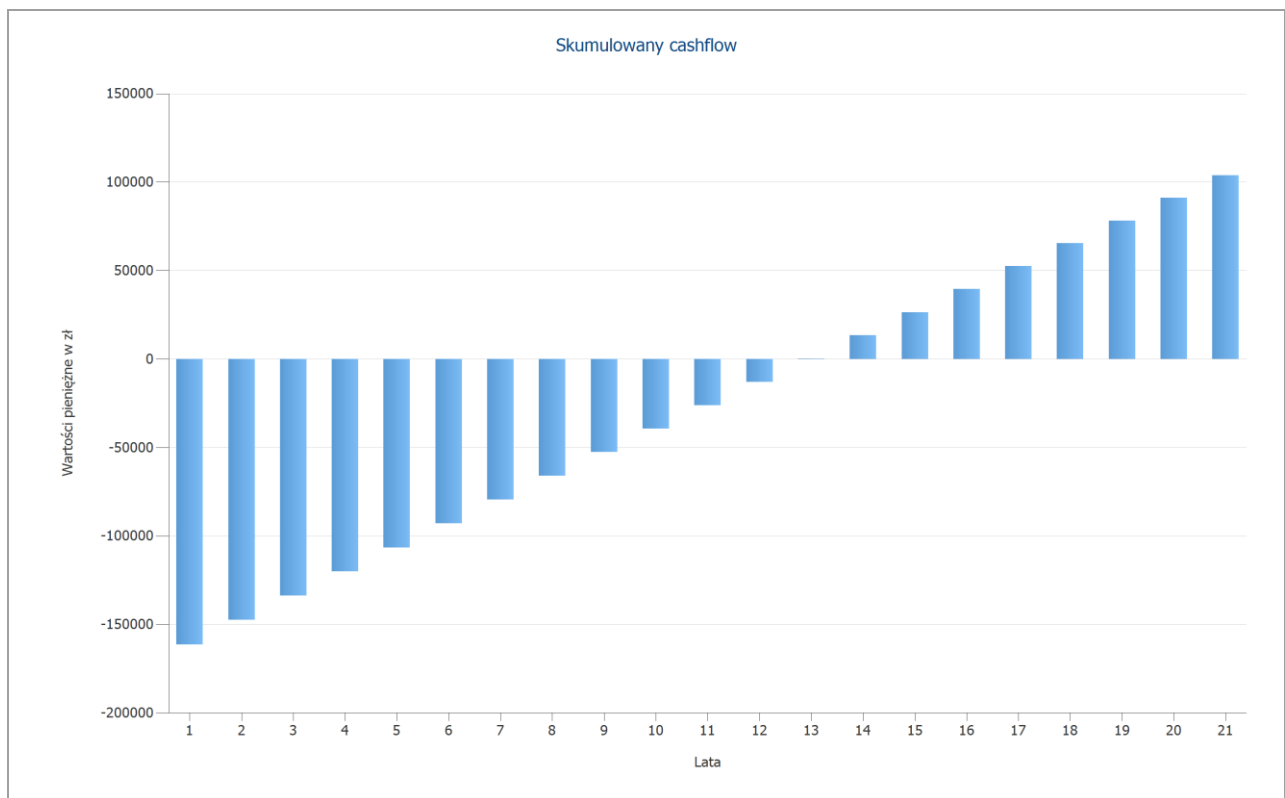


Ilustracja: Wzrost kosztów energii elektrycznej (stopa wzrostu cen energii 2 %)

## Przepływy pieniężne

Tabela cashflow

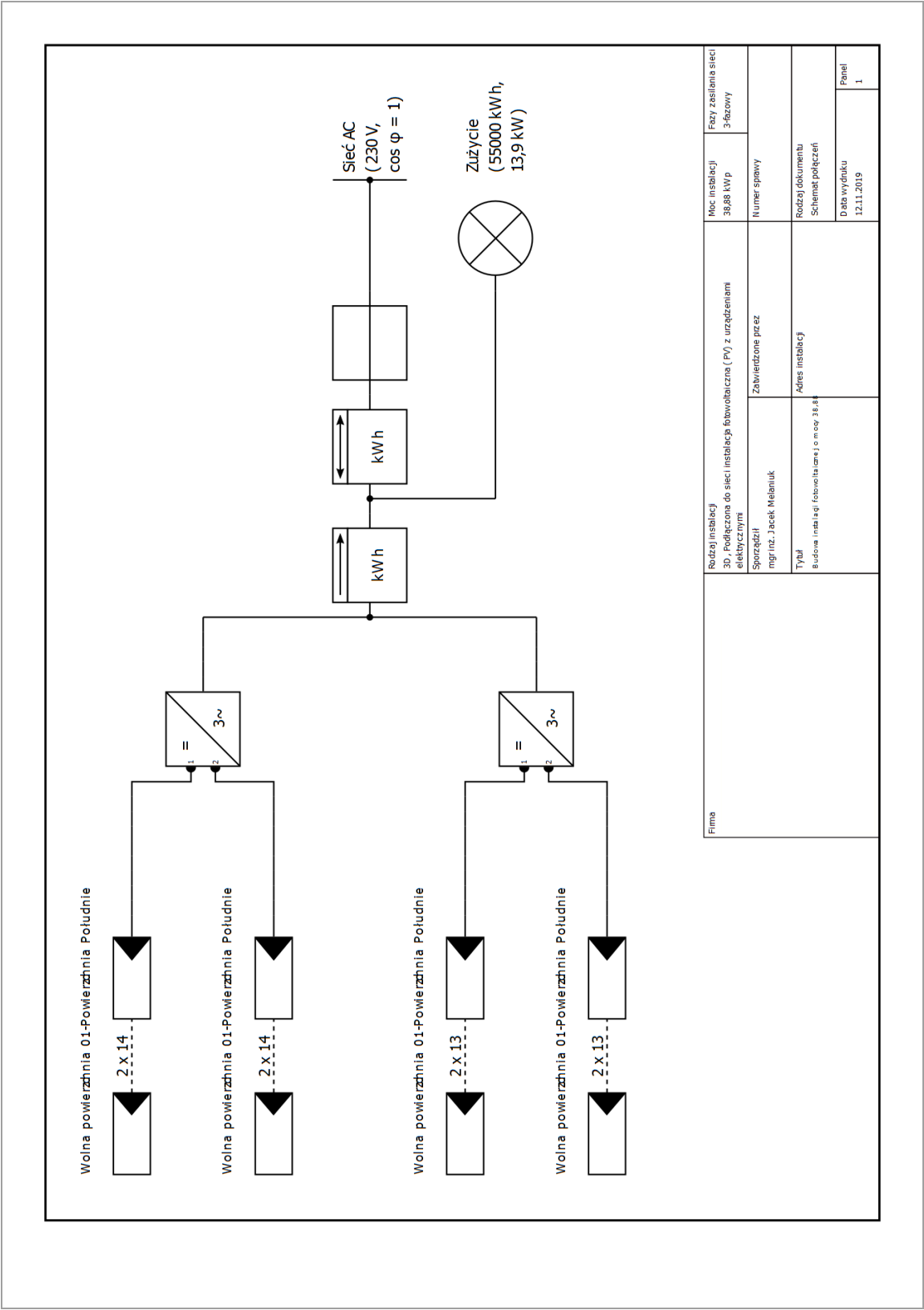
	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
<b>Roczny cashflow</b>					
Skumulowany cashflow					
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
<b>Roczny cashflow</b>					
Skumulowany cashflow					
	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
<b>Roczny cashflow</b>					
Skumulowany cashflow					
	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
<b>Roczny cashflow</b>					
Skumulowany cashflow					
	rok 21				
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
<b>Roczny cashflow</b>					
Skumulowany cashflow					
Wskaźniki degradacji i wzrostu ceny są stosowane miesięcznie przez cały rozważany przedział czasowy. Następuje to już w pierwszym roku.					



Ilustracja: Skumulowany cashflow

Plany

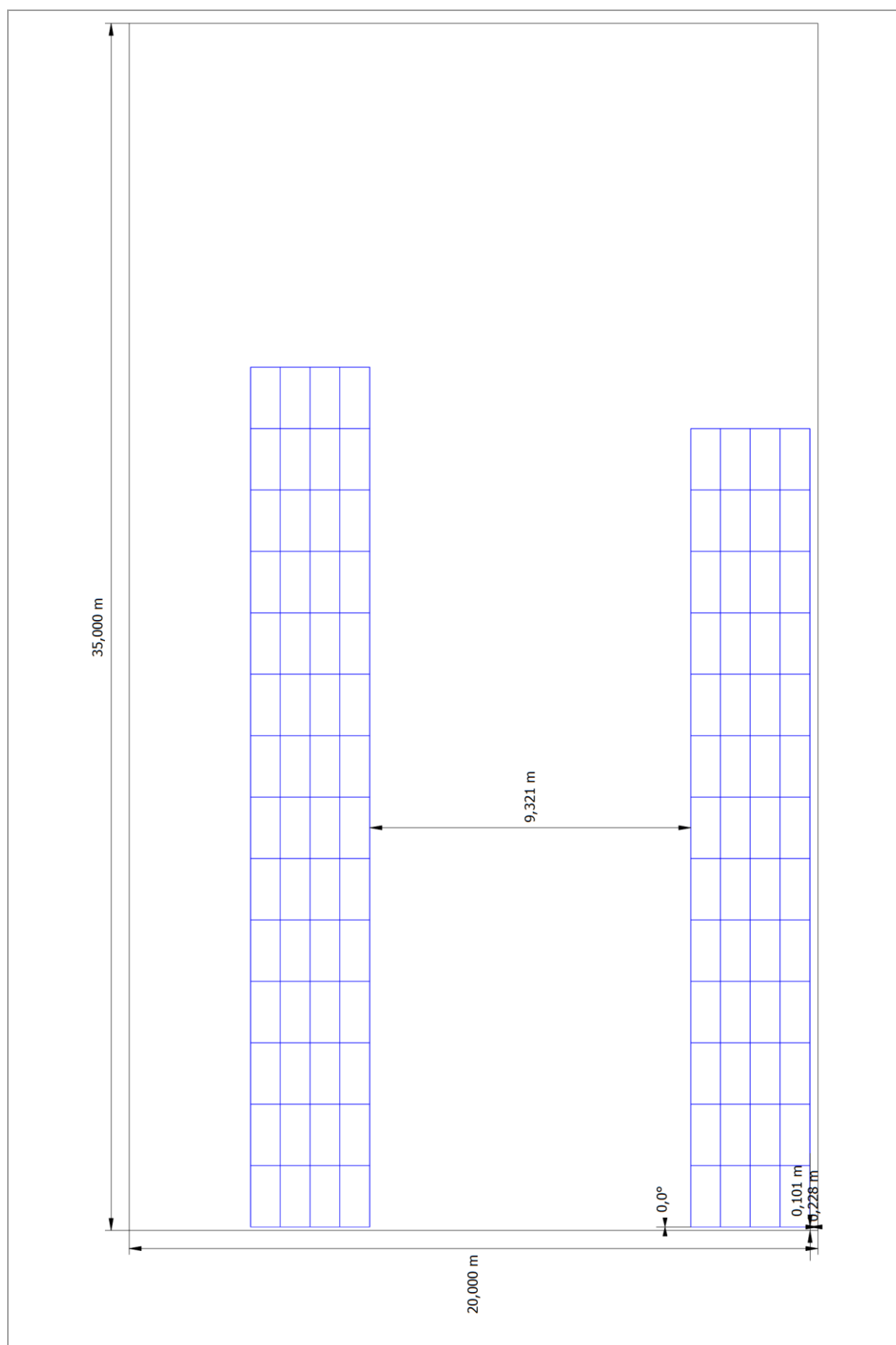
Schemat połączeń



Ilustracja: Schemat połączeń



## Plan wymiarowy



Ilustracja: Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

**Stacja uzdatniania wody w Rogoźnicy.**

**Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 38,7 kWp**

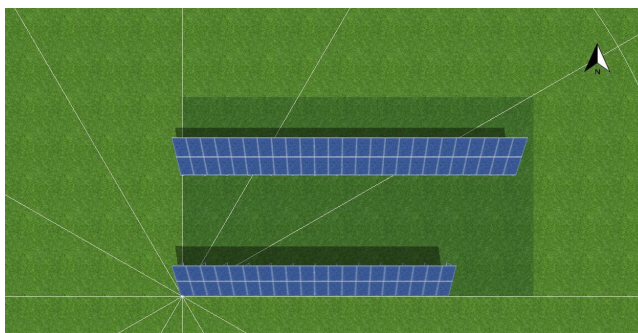
dla zabezpieczenia potrzeb energetycznych  
stacji uzdatniania wody w Rogoźnicy  
Rogoźnica dz. od. nr 103/5 gm. 21-560  
Miedzyrzec Podlaski.

**Tytuł projektu:** Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 38,7 kWp.

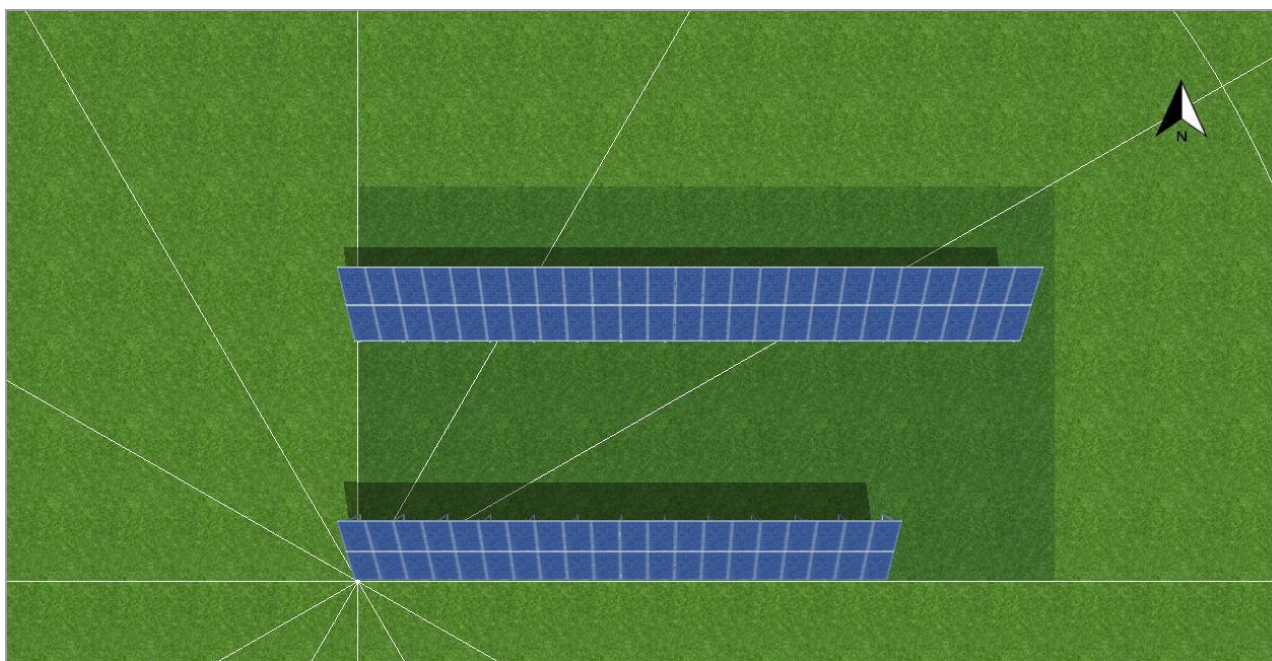
## Twój system fotowoltaiczny

Adres instalacji

---



## Przegląd projektu

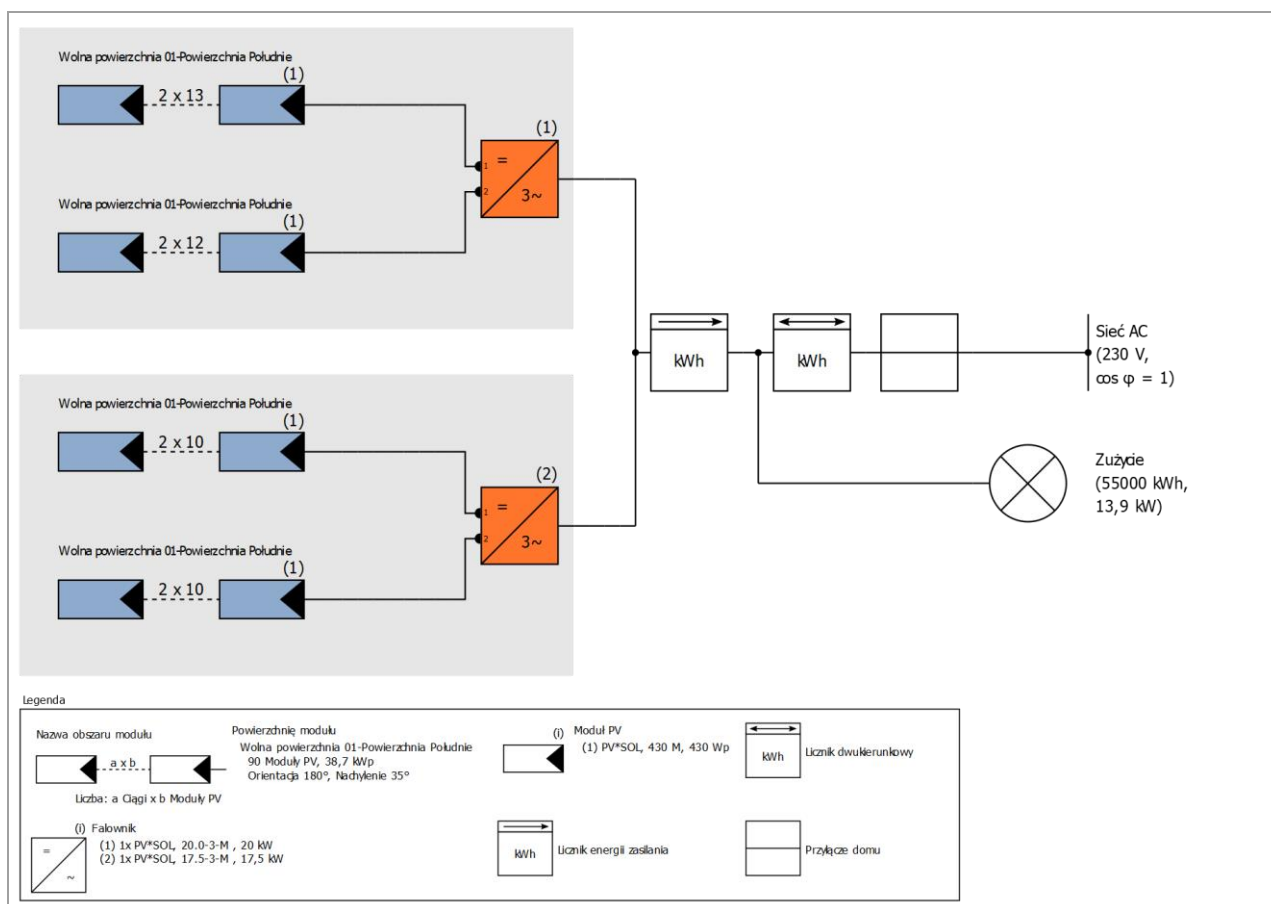


Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

## Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi

Dane klimatyczne	Międzyrzec Podlaski, POL (1991 - 2010)
Moc generatora PV	38,7 kWp
Powierzchnia generatora PV	230,7 m <sup>2</sup>
Liczba modułów PV	90
Liczba falowników	2



Ilustracja: Schemat instalacji

## Zysk

### Zysk

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	38 086 kWh
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	19 008 kWh
Energia oddana do sieci	19 078 kWh
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh
Udział konsumpcja własna energii	49,9 %
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	34,5 %
Spec. uzysk roczny	984,13 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	81,8 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,1 %/rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której udało się uniknąć:	22 852 kg / rok

## Opłacalność

### Twój zysk

Całkowite koszty inwestycji	zł
Zwrot całkowitych nakładów	%
Okres amortyzacji	Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	zł/kWh
Bilansowanie / koncepcja zasilania	Zasilanie nadmiarowe

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV\*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

## Struktura instalacji

### Przegląd

#### Dane instalacji

Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi
-------------------	---

#### Włączenie do eksploatacji

#### Dane klimatyczne

Lokalizacja	Międzyrzec Podlaski, POL (1991 - 2010)
-------------	--

Rozdzielczość danych	1 h
----------------------	-----

#### Zastosowane modele symulacji:

- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
--	---------

- Następcznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies
---	--------------

#### Zużycie

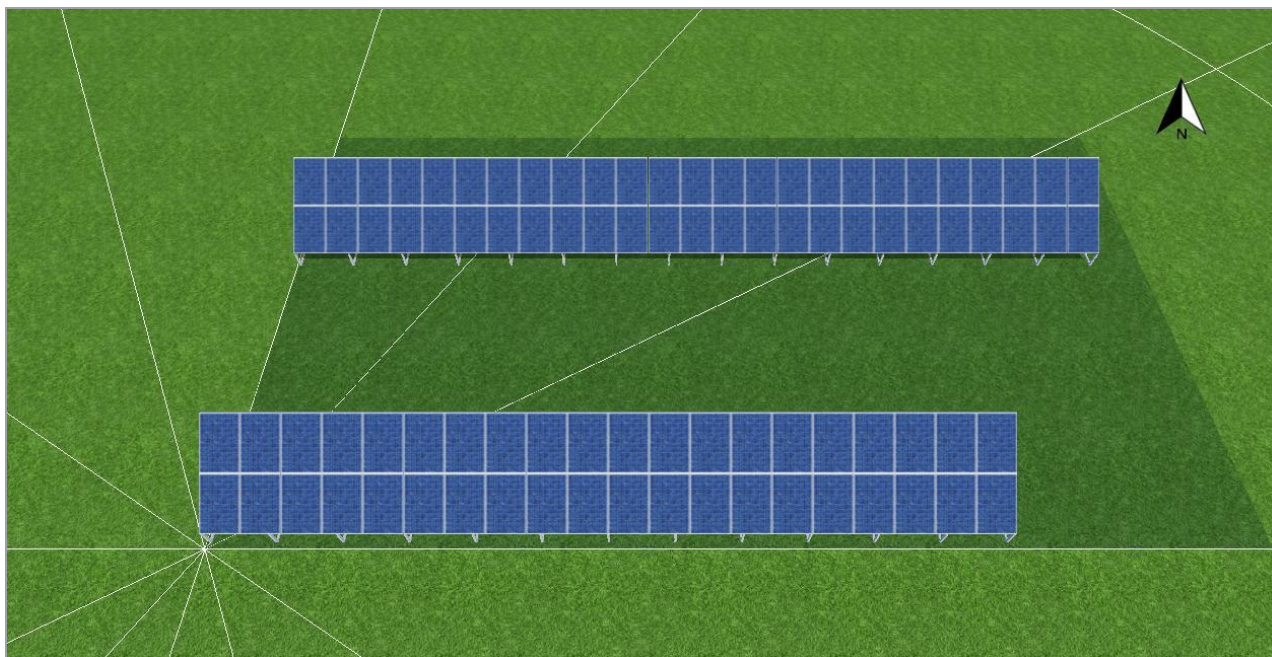
Zużycie całkowite	55000 kWh
Profil obciążenia 1	55000 kWh
Maksimum obciążenia	13,9 kW

## Powierzchnie modułów

### 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

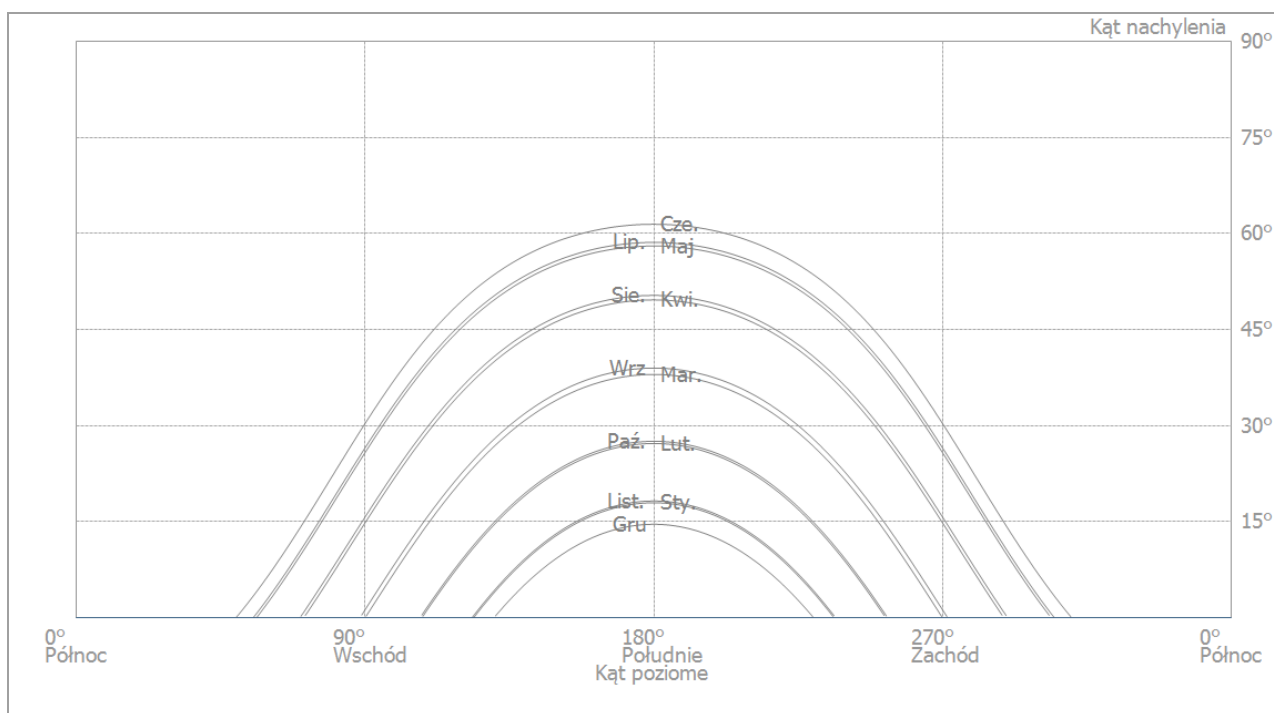
Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

Nazwa	Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe
Moduły PV	90 x 430 M
Producent	PV*SOL
Nachylenie	35 °
Orientacja	Południe 180 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	230,7 m <sup>2</sup>



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

## Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

## Konfigurację falownika

### Konfiguracja 1

Powierzchnię modułu Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe

#### Falownik 1

Producent	PV*SOL
Model	20.0-3-M
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	107,5 %
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 13 MPP 2: 2 x 12

#### Falownik 2

Producent	PV*SOL
Model	17.5-3-M
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	98,3 %
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 10 MPP 2: 2 x 10

## Sieć AC

### Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe (jednofazowe)	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1



## Wyniki symulacji

### Wyniki Cała instalacja

#### Instalacja PV

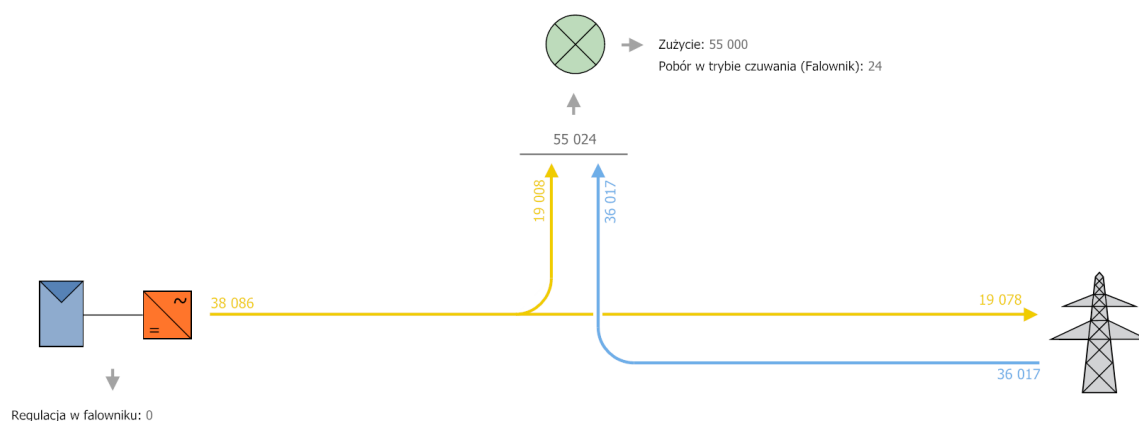
Moc generatora PV	38,7 kWp
Spec. uzysk roczny	984,13 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	81,8 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,1 %/rok
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	38 086 kWh/rok
Konsumpcja własna energii	19 008 kWh/rok
Energia oddana do sieci	19 078 kWh/rok
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh/rok
Udział konsumpcja własna energii	49,9 %
Emisja CO <sub>2</sub> , której udało się uniknąć:	22 852 kg / rok

#### Urządzenie

Urządzenie	55 000 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	24 kWh/rok
Zużycie całkowite	55 024 kWh/rok
pokryte przez PV	19 008 kWh/rok
pokryte przez sieć	36 017 kWh/rok
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	34,5 %

#### Schemat przepływu energii

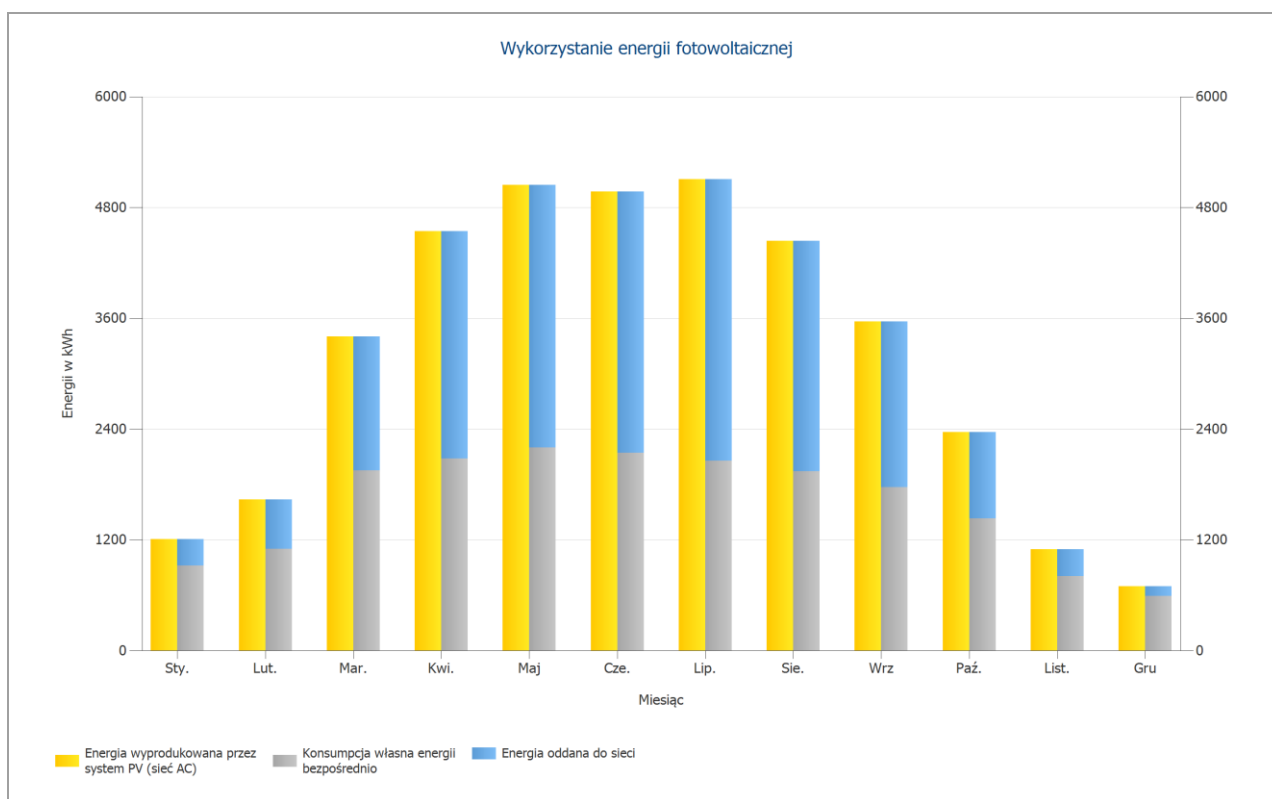
Projekt: Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 38,7 kWp.



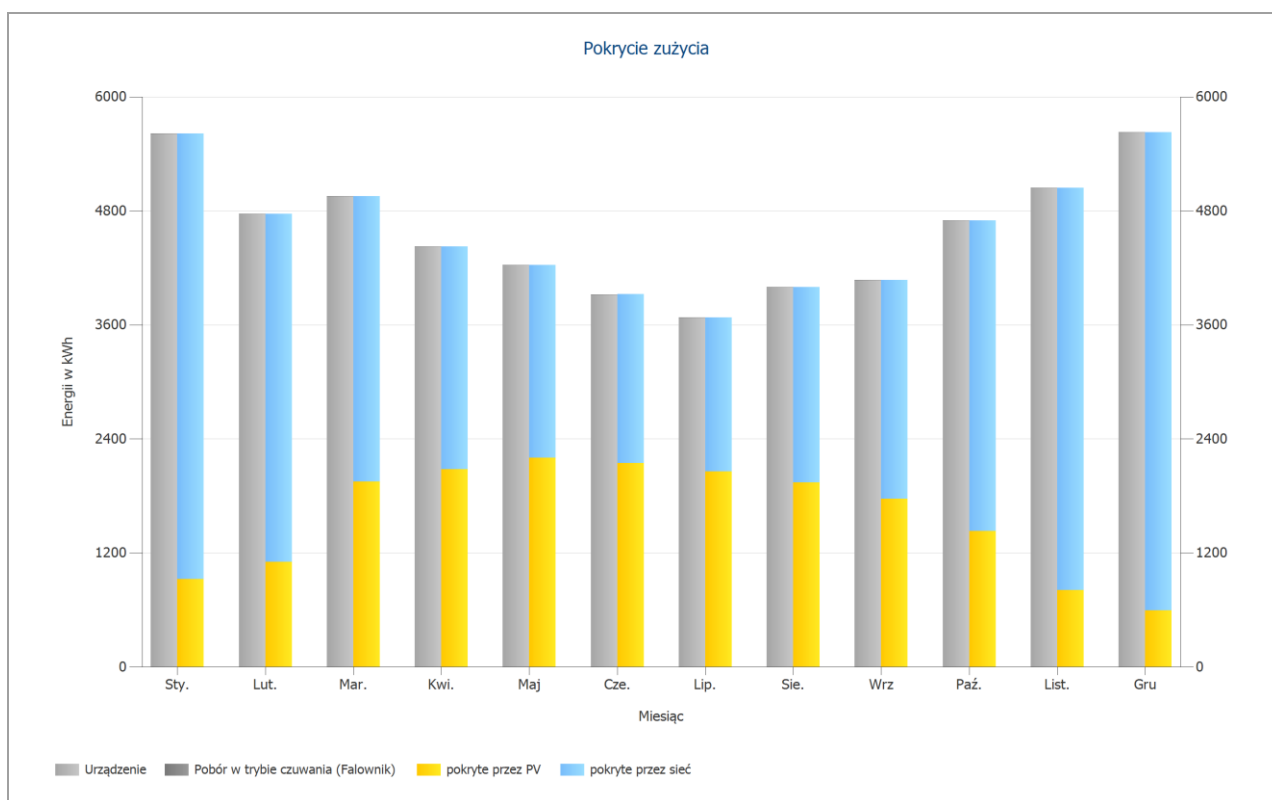
Wszystkie wartości w kWh  
Z uwagi na zaokrąglenie sum mogą wystąpić małe odchylenia  
created with PV\*SOL

Ilustracja: Schemat przepływu energii





Ilustracja: Wykorzystanie energii fotowoltaicznej



Ilustracja: Pokrycie zużycia

## Analiza rentowności

### Przegląd

#### Dane instalacji

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	19 078 kWh/rok
Moc generatora PV	38,7 kWp
Włączenie instalacji do eksploatacji:	
Rozważany przedział czasowy	20 Lata
Odsetki od kapitału	1 %

#### Parametry rentowności

Zwrot całkowitych nakładów	%
Skumulowany cashflow	zł
Okres amortyzacji	Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	zł/kWh

#### Przegląd płatności

specyficzne koszty inwestycji	zł/kWp
Koszty inwestycyjne	zł
Płatności jednorazowe	0,00 zł
Należności	0,00 zł
Koszty roczne	0,00 zł/rok
Pozostałe zyski lub zaoszczędzone kwoty	0,00 zł/rok

#### Wynagrodzenie i oszczędności

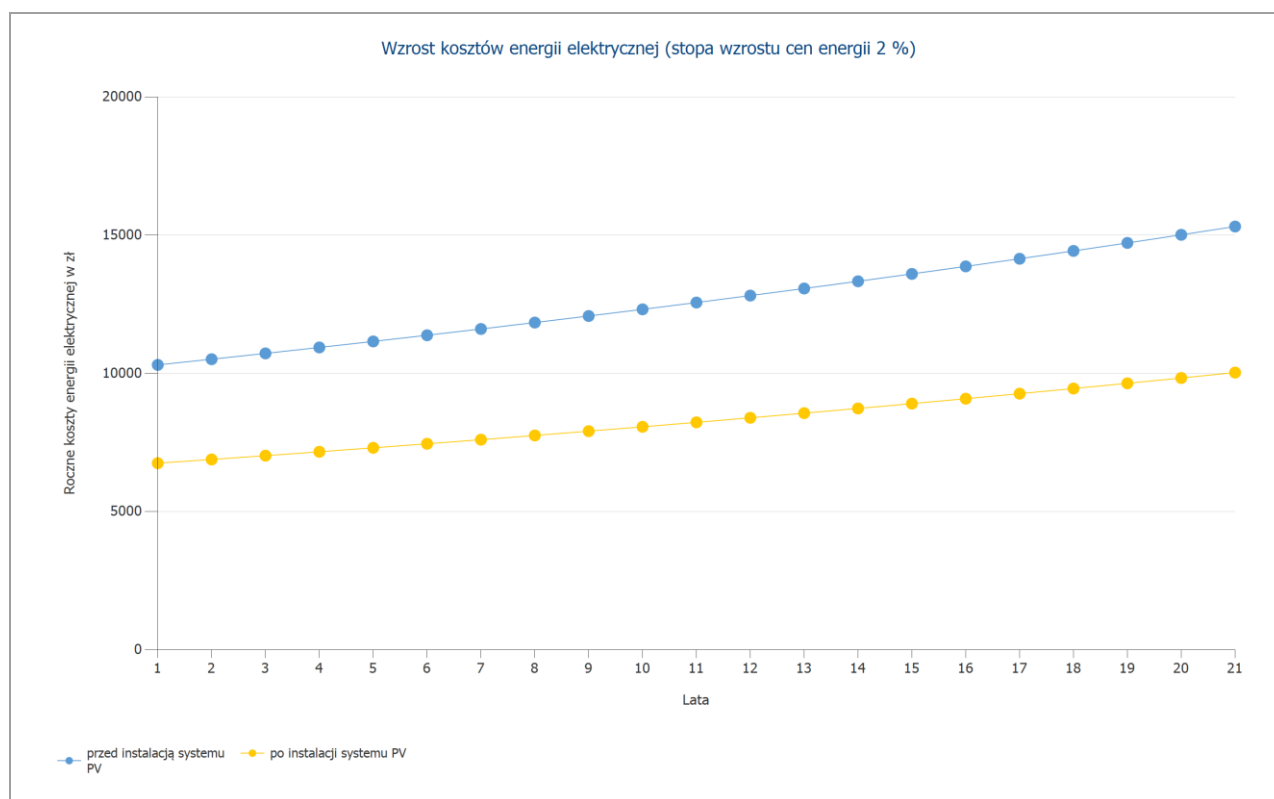
Wynagrodzenie całkowite w pierwszym roku	zł/rok
Oszczędności w pierwszym roku	zł/rok

#### Berlin Basic Strom (Vattenfall)

Cena za zużycie energii	zł/kWh
Współczynnik zmiany cen - Cena zależna od zużycia energii	%/rok

#### Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku

Cena prądu bezpośrednio zakupiona na rynku	zł/kWh
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	zł/rok

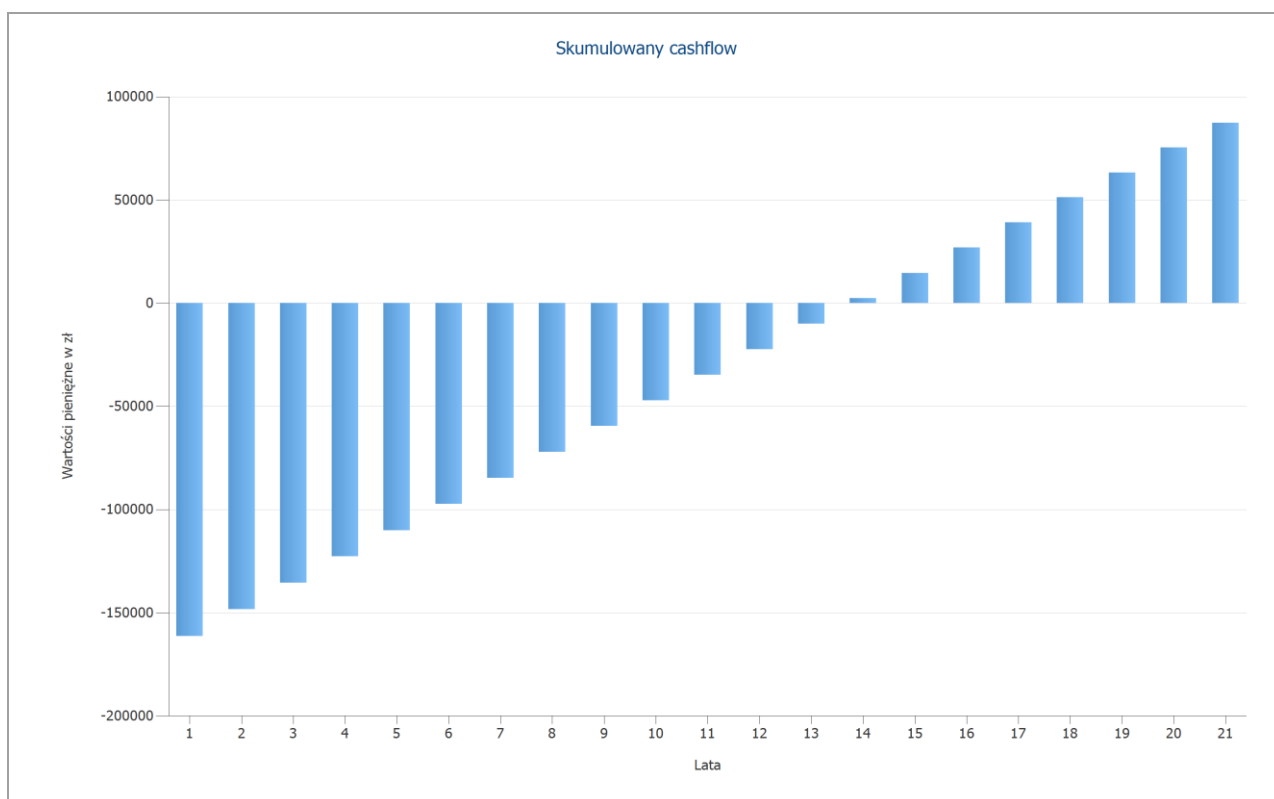


Ilustracja: Wzrost kosztów energii elektrycznej (stopa wzrostu cen energii 2 %)

## Przepływy pieniężne

Tabela cashflow

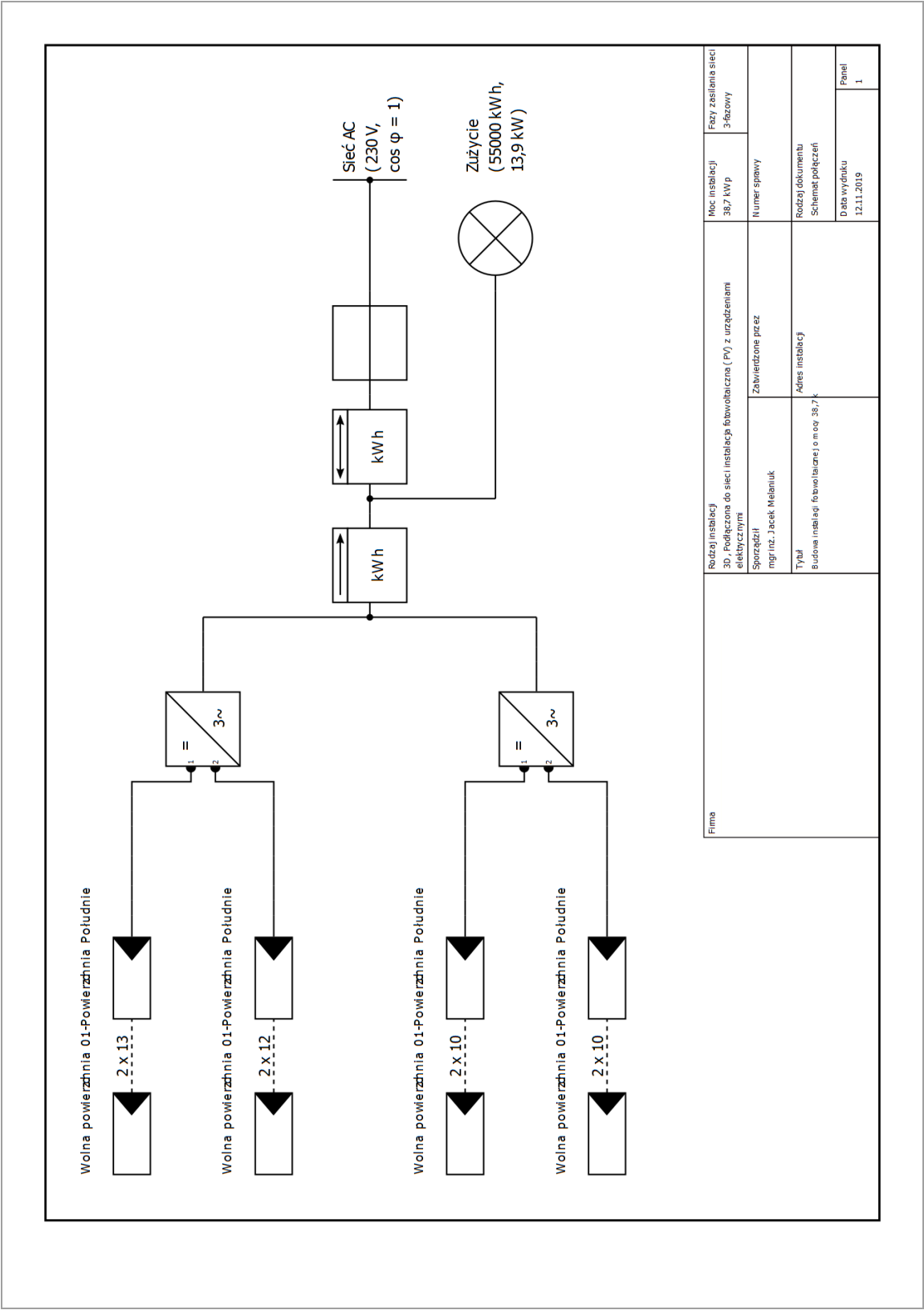
	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
Roczny cashflow					
Skumulowany cashflow					
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
Roczny cashflow					
Skumulowany cashflow					
	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
Roczny cashflow					
Skumulowany cashflow					
	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
Roczny cashflow					
Skumulowany cashflow					
	rok 21				
Inwestycje					
Wynagrodzenie zasilania					
Oszczędności na zakupie energii [DM]					
Roczny cashflow					
Skumulowany cashflow					
Wskaźniki degradacji i wzrostu ceny są stosowane miesięcznie przez cały rozważany przedział czasowy. Następuje to już w pierwszym roku.					



Ilustracja: Skumulowany cashflow

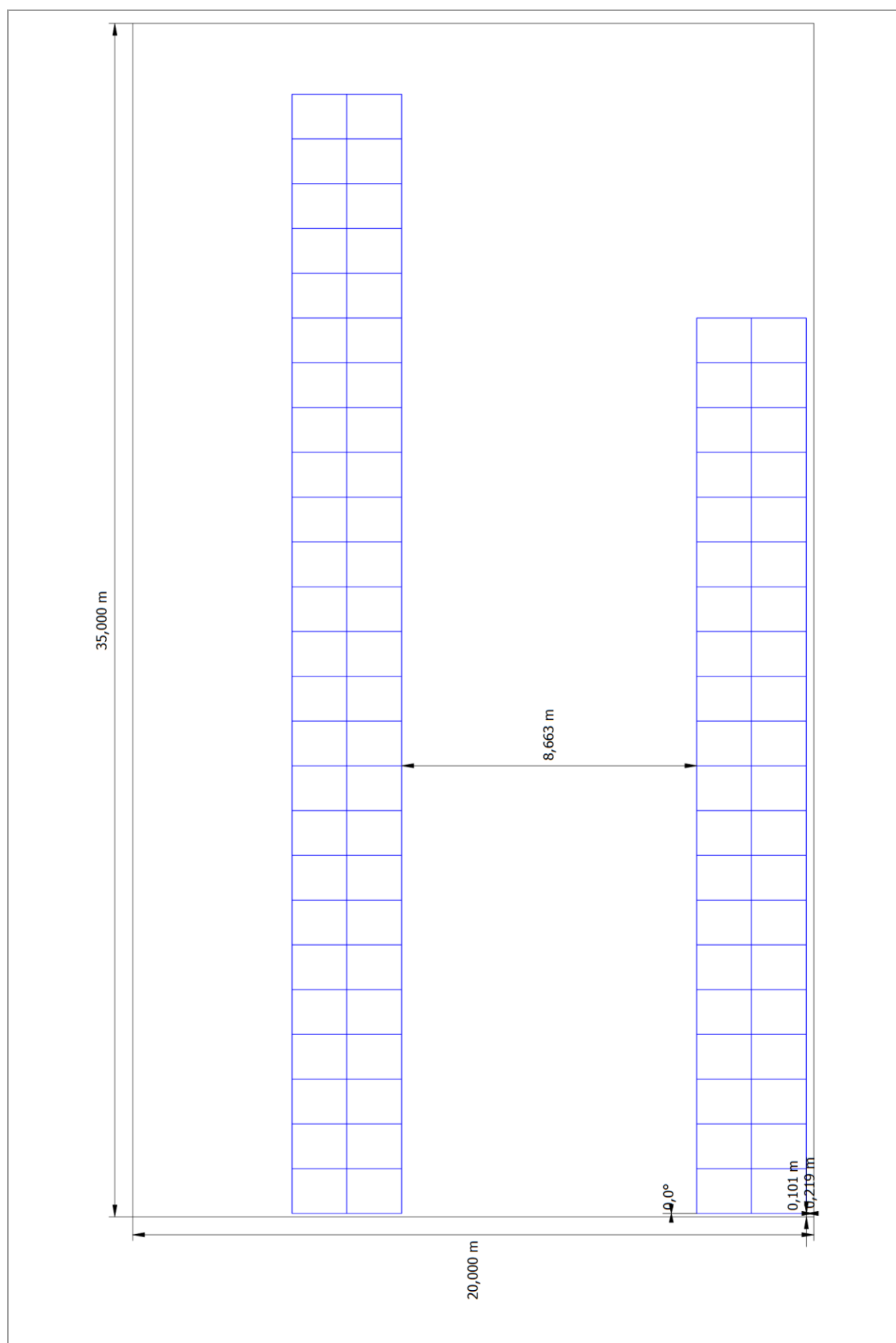
Plany

Schemat połączeń



Ilustracja: Schemat połączeń

## Plan wymiarowy



Ilustracja: Wolna powierzchnia 01-Powierzchnia Południe